



Plan para la vigilancia y mantenimiento a largo plazo de la Planta Nuclear con Reactor de Agua Hirviente Sobrecalentada (BONUS) Rincón, Puerto Rico

Mayo 2005



Office of Legacy Management

**Plan para la vigilancia y mantenimiento a largo
plazo de la
Planta Nuclear con Reactor de Agua Hirviente Sobrecalentada
(BONUS)
Rincón, Puerto Rico**

Mayo 2005

Trabajo realizado por la S.M. Stoller Corporation bajo el contrato No. DE-AC01-02GJ79491 expedido por el DOE para la Oficina de Manejo de Legados del Departamento de Energía de los EEUU (U.S. Department of Energy Office of Legacy Management), Grand Junción, Colorado

Contenido

Siglas y Abreviaturas	v
1.0 Introducción	1-1
1.1 Objetivo	1-1
1.2 Tránsito histórico.....	1-1
1.3 Requisitos legales y reglamentarios.....	1-2
1.4 Política	1-3
2.0 Condiciones en el sitio	2-1
2.1 Descripción del área geográfica.....	2-1
2.2 Descripción de la facilidad	2-1
2.3 Ubicación y acceso	2-10
2.4 Historia de la facilidad.....	2-10
2.5 Resumen de las condiciones radiológicas en la planta BONUS.....	2-14
2.6 Geología.....	2-19
2.7 Sismicidad.....	2-19
2.8 Agua superficial.....	2-20
2.9 Agua subterránea	2-20
2.10 Especies amenazadas o bajo peligro de extinción:	2-20
3.0 Los requisitos del Acuerdo de Entendimiento	3-1
4.0 Programa de vigilancia y mantenimiento a largo plazo	4-1
4.1 Inspecciones radiológicas	4-1
4.2 Inspección general de la planta, realizada por la AEE	4-2
4.3 Inspección general de la planta, realizada por el DOE.....	4-3
4.4 Inspecciones de seguimiento	4-4
4.5 Mantenimiento de la planta	4-5
4.6 Respuesta de emergencia.....	4-5
4.7 Archivos.....	4-7
4.8 Participación del público	4-7
4.9 Aseguramiento de calidad.....	4-8
4.10 Salud y seguridad.....	4-8
5.0 Referencias	5-1

Figuras

Figura 2-1. Ubicación de la planta BONUS, Rincón, Puerto Rico	2-2
Figura 2-2. Plan de la facilidad de la planta BONUS, Rincón, Puerto Rico.....	2-5
Figura 2-3. Nivel del sótano del edificio de contención de la planta BONUS, Rincón, Puerto Rico	2-7
Figura 2-4. Piso principal del edificio de contención de la planta BONUS, Rincón, Puerto Rico	2-8

Tablas

Tabla 2–1. Estimaciones de los principales radionúclidos sepultados en el monolito de concreto	2–13
Tabla 2–2. Estimaciones de los principales radionúclidos en los sistemas clausurados exteriores a la tumba	2–13
Tabla 2–3. Actividad (en Curies) en función al tiempo, de los principales radionúcleotidos sepultados en la vasija del reactor.....	2–13
Tabla 2–4. Mediciones radiológicas hechas en 1997 del edificio BONUS con domo	2–16
Tabla 4–1. Criterios para respuestas de emergencia.....	4–5

Apéndices

Apéndice A	Decreto por Consentimiento entre la Oficina de Manejo de Legados del Departamento de Energía de los E. E. U. U. y la Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico
Apéndice B	Lista de verificación para inspecciones

Siglas y Abreviaturas

AEC	U.S. Atomic Energy Commission (Comisión de Energía Atómica de los EEUU)
AEE	Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico
ALARA	as low as reasonably achievable (tan bajas como sea razonablemente alcanzable)
BONUS	Boiling Nuclear Superheater (Sobrecalentador Nuclear de Agua Hirviente)
CFR	<i>Code of Federal Regulations (Código de Reglamentos Federales)</i>
Ci	Curie(s)
cm	centímetro(s)
cm ²	centímetros cuadrados
°C	grado(s) Celsius
°F	grado(s) Fahrenheit
DOE	U.S. Department of Energy (Departamento de Energía de los EEUU)
dpm	desintegración(es) por minuto
km	kilómetro(s)
LM	Office of Legacy Management (Oficina de Manejo de Legados)
LTS&M	Long-Term Surveillance and Maintenance (Vigilancia y Mantenimiento a Largo Plazo)
m	metro(s)
m ²	metro(s) cuadrado(s)
MDA	minimum detectable activity (actividad mínima detectable)
MWe	megawatts net electric capacity (megavatios de capacidad eléctrica neta)
MWt	megawatts thermal (megavatios termales); 1 MWt ≈ 3 MWe
PREPA	Puerto Rico Electric Power Authority (Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico)
PRWRA	Puerto Rico Water Resources Authority (Autoridad de Fuentes Fluviales de Puerto Rico)
RPP	radiation protection program (programa de protección contra radiación)
SAP	Sampling and Analysis Plan (Plan de Muestreo y Análisis)
SCM	surface contamination monitor (monitor de contaminación en superficies)
μCi	microcurie(s)
μR/h	microroentgen(s) per hour (microroentgen(s) por hora)
UST	underground storage tank (tanque de depósito subterráneo)

Fin del texto actual

1.0 Introducción

1.1 Objetivo

La Oficina de Manejo de Legados (LM) del Departamento de Energía de los EE.UU. (DOE) provee servicios de vigilancia y mantenimiento a largo plazo (LTS&M) para sitios remediados por el DOE y otros sitios asignados al DOE, con el propósito de asegurar que estos sitios protejan el medio ambiente y la salud humana. Los componentes claves de los servicios de LTS&M incluyen actividades de investigación científica, la participación de personas interesadas, el monitoreo y mantenimiento del sitio, y el manejo de información de sus archivos. Este plan de LTS&M explica cómo el DOE y la Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico (AEE), siendo colaboradores en el cuidado post clausura, mantendrán la protección del medio ambiente y la salud humana, y cumplirán con los reglamentos y leyes aplicables a la Antigua Planta Nuclear con Reactor de Agua Hirviente Sobrecalentada (BONUS, por sus siglas en inglés) en Rincón, Puerto Rico.

1.2 Trasfondo histórico

En el 1960 la AEC (Comisión de Energía Atómica de los EE.UU.: agencia predecesora del DOE) contrató con la PRWRA (Autoridad de Fuentes Fluviales de Puerto Rico: agencia predecesora de la AEE) para construir y operar la planta BONUS. Se construyó la planta entre 1960 y 1964 con el esfuerzo combinado de la AEC y la PRWRA. El reactor BONUS fue uno de solamente dos reactores de agua hirviente sobrecalentada construidos en los EE.UU., y fue realizado para evaluar la efectividad del diseño de este reactor. Este diseño prototípico a pequeña escala de reactor nuclear producía vapor saturado en la porción central del núcleo del reactor. El mismo vapor se sobrecalentaba en cuatro secciones sobrecalentadoras circundantes dentro del mismo núcleo, luego el vapor sobrecalentado se utilizaba en un ciclo directo para impulsar una turbina generadora. Las características del vapor concordaban con los requisitos de ingreso de una turbina generadora estándar de 17.3 Mwe (megavatios de capacidad eléctrica neta) diseñada para uso en una planta de combustible fósil.

El reactor experimental funcionó intermitentemente de 1964 hasta 1968, después discontinuaron las operaciones por falta de fondos y se retiró de servicio activo. Las últimas condiciones en que se hallaba la planta están documentadas en el *Boiling Nuclear Superheating Power Station Decommissioning Final Report* (PRWRA 1970). Las actividades para clausurar la planta incluyeron: (1) la remoción de materiales especiales (por ej. combustible nuclear) y ciertos componentes sumamente radioactivos tales como las barras de control y las barras reguladoras del reactor, y la disposición de tal equipo y materiales a los EE.UU.; (2) el sellado en sitio de la vasija de presión y sus componentes internos dentro de un monolito de concreto de tres pisos de alto dentro del edificio de contención; (3) la decontaminación de sistemas contaminados fuera de la vasija de presión que se dejaron en sitio. La planta fue decontaminada a una condición segura de exposición ocupacional conforme a las normas vigentes en esa época (vea la Sección 2.5 para las normas actuales del DOE). Estas actividades fueron completadas en 1970. Después de la clausura, un programa de vigilancia post-clausura fue instituido en la planta para monitorear las condiciones radiológicas y físicas (PRWRA 1970).

La Oficina de Manejo Ambiental (Office of Environmental Management) del DOE en Oak Ridge, Tennessee, tuvo la responsabilidad del cuidado post-clausura de la planta. Esta oficina del

DOE firmó un Acuerdo de Entendimiento (DOE 2003c) con la Oficina de Manejo de Legados en marzo de 2003. Este documento estableció que la responsabilidad pasaría a DOE-LM cuando se completara la remediación a los requisitos actuales de seguridad radiológica. A septiembre de 2004 la Oficina de Manejo Ambiental del DOE todavía no había concluido las acciones de remediación (vea las Secciones 2.4, 2.5 y 2.9 para detalles).

Actualmente, la antigua Planta BONUS incluye el edificio de contención (que contiene la vasija sellada del reactor) y edificios exteriores anexos. Sólo existe contaminación residual radioactiva fija en áreas limitadas y discretas accesibles dentro del edificio de contención.

Por la importancia histórica de la Planta BONUS, la AEE ha propuesto abrir la planta al público para utilizarla como museo. El nivel principal, el cual se propone abrir al público, contiene áreas con radiación residual fija. Estas áreas han sido aisladas, blindadas, y marcadas para proteger a los visitantes y trabajadores contra niveles inaceptables de radiación. El DOE ha realizado una evaluación que indica que el utilizar el piso principal como museo, no muestra riesgo para la salud humana o para el medio ambiente – con tal que la planta sea mantenida en su presente condición (DOE 2003a). Esta conclusión está incorporada en el documento Finding of No Significant Impact (DOE 2003b) [Hallazgo de Impacto no Significativo (DOE 2003b)].

1.3 Requisitos legales y reglamentarios

Siendo el DOE la agencia sucesora de la AEC, y en conformidad con el Atomic Energy Act of 1954 (Public Law 83-703, as amended) [el Acta de Energía Atómica de 1954 (Ley Pública 83-703, según enmendada)], el DOE guarda título sobre, y tiene responsabilidad sobre los materiales radioactivos que todavía quedan en la antigua planta del reactor BONUS. A la AEE le pertenecen el terreno, los edificios y otras mejoras. Las responsabilidades del LTS&M de la planta fueron asignadas al DOE y la AEE por el *Acuerdo de Entendimiento entre la Oficina de Manejo de Legados del Departamento de Energía de los EE.UU. y la Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico para el Uso, el Manejo, y el Control de la Planta del Reactor Nuclear de Agua Hirviendo Sobrecalentada en Rincón, Puerto Rico* (Acuerdo de Entendimiento) (DOE y AEE, pendiente) [*Memorandum of Understanding between the U.S. Department of Energy Office of Legacy Management and the Puerto Rico Electric Power Authority for the Use, Maintenance, and Control of the Boiling Nuclear Superheater Reactor Facility in Rincón, Puerto Rico* (Memorandum of Understanding) (DOE and PREPA, pending)]. Este documento está incluido como el Apéndice A en este plan. Las actividades de la LTS&M, y otras responsabilidades asignadas al DOE serán ejecutadas por la Oficina de Manejo de Legados del DOE, Oficina de Manejo de Terrenos y Sitios (LM-50).

El DOE, como custodio autorizado de los materiales radioactivos que permanecen en la planta del reactor BONUS, cumplirá con el reglamento y la guía siguiente:

Title 10 Code of Federal Regulations (CFR) Part 835, “Occupational Radiation Protection”: (Título 10 Código de Reglamentos Federales (CFR) Parte 835, “Protección Ocupacional Contra Radiación:”) Los reglamentos en esta parte establecen normas, límites y requisitos del programa para proteger a individuos contra la radiación ionizada que resulte de la realización de actividades del DOE. La Subparte B, Párrafo 835.101 declara que cualquier actividad pertinente del DOE se realizará en conformidad con un programa documentado de protección contra radiación (RPP), según aprobado por el DOE. El contenido de cada RPP será proporcional a la

naturaleza de las actividades realizadas, y deberá incluir planes formales, y medidas, para aplicar el proceso de “tan bajo como sea razonablemente alcanzable” (ALARA) a exposiciones ocupacionales.

DOE Order 5400.5, *Radiation Protection of the Public and the Environment*: (Mandato DOE (5400.5, *Protección contra la Radiación del Público y del Medio Ambiente*): Este mandato establece normas y requisitos para las operaciones del DOE y sus contratistas con respecto a la protección del medio ambiente y los miembros del público contra riesgos radiológicos indebidos.

La AEE, conforme al Decreto por Consentimiento guardará cumplimiento con las porciones pertinentes del Mandato DOE 5400.5 y 10 CFR Parte 835 por medio de su monitoreo anual y trimestral en la planta BONUS para la seguridad de los trabajadores y el público.

1.4 Política

El LTS&M de la planta del reactor BONUS requiere la colaboración y aceptación de ciertas responsabilidades por parte de la AEE y del DOE. El DOE manejará los materiales radioactivos por los cuales tiene responsabilidad conforme el plan de LTS&M particular al sitio. El DOE mantendrá el plan de LTS&M. Si el DOE propone cambios al plan de LTS&M que afecten las operaciones de la AEE en la propiedad de BONUS, el DOE obtendrá el acuerdo de la AEE antes de realizar los cambios.

El objetivo del programa de LTS&M para la planta BONUS es mantener la protección del medio ambiente y la salud humana, y preservar para custodios futuros información sobre la facilidad. Esto incluirá:

- Mantener la exposición de empleados, el público, y el medio ambiente a la radiación ionizante ALARA;
- Mantener las substancias peligrosas aisladas del medio ambiente
- Cumplir con las leyes, reglamentos y guías aplicables;
- Asegurar para guardianes futuros que haya un archivo que registre las actividades, los eventos, y las condiciones en la planta;
- Mantener los archivos del sitio; y
- Responder a las preguntas e inquietudes del público y otras personas interesadas

Fin del texto actual

2.0 Condiciones en el sitio

2.1 Descripción del área geográfica

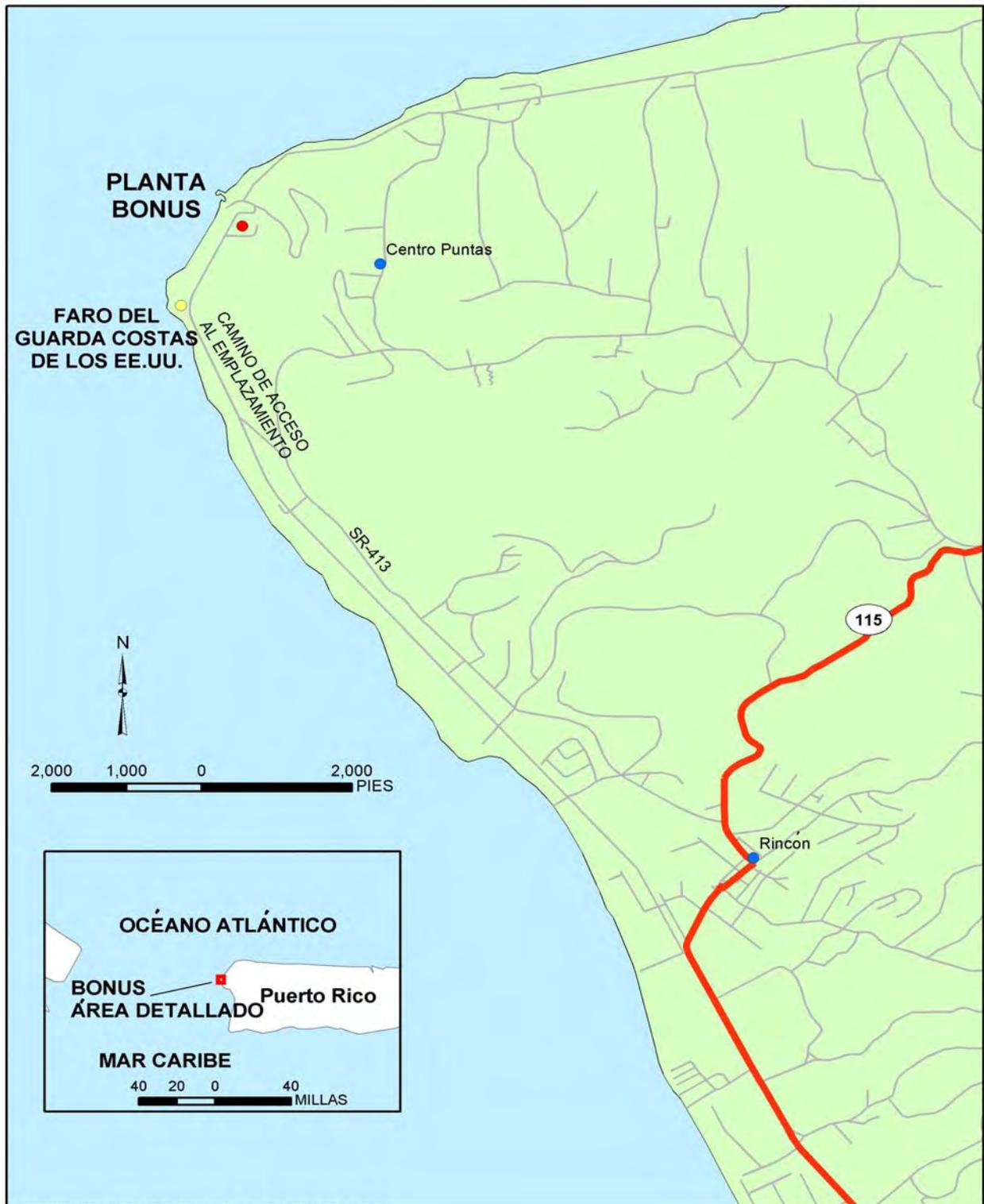
Puerto Rico está ubicado aproximadamente a 1,000 millas (1,600 kilómetros [km]) al sureste de Miami, Florida, y aproximadamente a 500 millas (800 km) al norte de Venezuela. La topografía de Puerto Rico es generalmente montañosa, con la excepción de las áreas costeras. La planta BONUS está ubicada en las tierras bajas costeras cerca de Rincón, Puerto Rico, en la costa occidental (Figura 2–1). La utilización del suelo en la ciudad de Rincón – ubicada a 2 millas (3.2 km) hacia el sureste de la planta – incluye una mezcla de comercios livianos y de residencias típicos de una comunidad en una playa tropical. Las dos fábricas grandes de Rincón son: Medical Sterile Products, que fabrica equipo quirúrgico, y Flexible Packing Company, que fabrica productos de cartón. La población de Rincón en 1997 era cerca de 14,000 (La Oficina del Censo de los EE.UU. en la Red Cibernética).

El clima regional clasificado de marino tropical, consta de temperaturas cálidas y humedad alta durante la mayoría del año. Cerca de la planta BONUS, el promedio diario de la temperatura es de 80 grados Fahrenheit (°F) (27 grados Celsius [°C]). Las temperaturas máximas y mínimas registradas por el Servicio Nacional de Meteorología de los EE.UU. en San Juan, Puerto Rico son las siguientes: 97 °F (36 °C) y 70 °F (21 °C). Dependiendo de la localización, el promedio anual de precipitación en las regiones costeras varía entre 40 y 150 pulgadas (101 a 381 cm), recibiendo la costa norte el doble de la lluvia comparado con la costa sur. La precipitación es mayor desde abril hasta fines de noviembre; el tiempo seco ocurre de diciembre hasta fines de marzo. La mayoría de la lluvia en Puerto Rico es de tipo orográfico; eso quiere decir que el aire saturado de humedad se enfría al subir por las montañas causando condensación en forma de lluvia. Los vientos alisios soplan del este en la mayor parte de la isla, aunque en algunas áreas costeras hay cambios diurnos.

Los huracanes son frecuentes entre agosto y octubre. Los huracanes más destructivos en los registros históricos de la isla incluyen San Ciriaco en agosto de 1899, el huracán San Cipriano en septiembre de 1932, y el huracán Georges en septiembre de 1998. En cada caso, las tormentas pasaron por Puerto Rico generalmente de este a oeste y causaron daños severos en la isla. El edificio de contención fue diseñado para aguantar velocidades de viento de 150 millas por hora (240 km por hora) (PRWRA 1970). Hasta la fecha, no se ha observado daño estructural causado por tormentas, aunque el huracán Georges causó que se inundara el sótano del edificio de contención cuando se taparon los desagües de escorrentía y los sellos de las puertas del sótano, dejaron pasar el agua. Los desagües para tormenta, los cuales contenían residuos de la construcción original, fueron destapados y los empaques de caucho de las puertas fueron repuestos (los originales tenían más 28 años de instalados).

2.2 Descripción de la facilidad

La planta BONUS, está ubicada en la punta más hacia al oeste de la costa (Punta Higuera) de Puerto Rico, e incluye un faro marino del Servicio de Guarda Costas de los EE.UU. (Figura 2–1). Un área cercada de 2 hectáreas (5 acres) rodea la planta, y esta está rodeada de 55 hectáreas (137 acres) de terreno sin desarrollar, cubierto principalmente de matorrales, pasto nativo, y árboles. Este terreno, conocido anteriormente como la facilidad BONUS (cuyo dueño era la AEE), servía principalmente de zona de exclusión cuando la planta estaba en operación.



M:\LTS\111\0050\02\S01812\S0181200.mxd carverh 5/26/2005 4:34:09 PM

Figura 2-1. Camino de acceso a la facilidad

Los almacenes, la planta de clorinación, y tanques de agua también están alojados en este terreno. La finca de la facilidad está cercada con alambres de púas.

La verja eslabonada de 6 pies (1.8m) contiene arriba tres hileras de alambre de púas. Un guardia de seguridad a tiempo completo, contratado por la AEE, está alojado en una caseta y controla el acceso por el portón de entrada (Figura 2–2). Todos los visitantes a la planta tienen que firmar un registro. Un camino pavimentado dentro de la facilidad BONUS ofrece acceso al faro marino y la planta BONUS¹. En la noche, la iluminación exterior alumbra el sitio. Las playas y los establecimientos comerciales cercanos son destinos turísticos populares. Áreas residenciales de baja densidad colindan con la propiedad de la AEE.

EL edificio de contención está aproximadamente a 25 pies (7.6 m) sobre el nivel del mar. A causa del terraplén que rodea el edificio de contención, la altura efectiva del terreno es aproximadamente 40 pies (12 m). La pendiente natural baja desde el oeste de la planta hasta el mar, y sube hasta las montañas por el este de la planta.

La planta BONUS incluye seis edificios principales: el edificio de contención, edificios de entrada (que constan del edificio de baños y casilleros, el edificio de oficinas administrativas, y un pasaje abierto y techado entre los dos), el auditorio (conocido también como el teatro), el centro de adiestramientos, la caseta del guardia, y otras estructuras suplementarias. La Figura 2–2 muestra el esquemático de la facilidad.

El edificio de contención: El edificio de contención tiene tres niveles: el sótano (Figura 2–3), el piso principal (Figura 2–4), y el mezanine. Entradas por el norte y por el sur permiten acceso al piso principal del edificio. Las dos entradas contienen esclusas de aire entre dos puertas de seguridad de acero. Todas las puertas están actualmente funcionando.

El sótano: El sótano está directamente debajo del piso principal, y está vedado por ser área controlada radiológica. Las dos escaleras que bajan a este nivel están vedadas y cerradas con rejilla de metal desplegado. Una barrera de plexiglás y rejilla de metal desplegado en una baranda de acero rodea el área que está abierta al piso principal. Esta área se utilizaba para llevar el combustible de los camiones de transporte al lugar de depósito del combustible. No hay exhibiciones de museo en el sótano. Otra entrada (suficientemente grande para camiones) está en el sótano; originalmente utilizada para disponer del combustible, esta entrada está sellada.

Residuos de radioactividad fija existen en varios lugares dentro de este nivel. La radioactividad residual removible mayor que la actividad mínima detectable (MDA), pero menor que el nivel criterio para liberar de restricciones especificado en el mandato DOE 5400.5, fue identificada en algunas áreas del sótano (vea la Sección 2.5) y se removieron o fijaron en julio de 2004 (pendiente del informe de URS Ltd.). Conforme al Acuerdo de Entendimiento (DOE 2203c), la Oficina DOE de Manejo Ambiental en Oak Ridge, cubrió en diciembre de 2004, la contaminación fija con concreto para completar el traspaso de autoridad a la Oficina DOE de Manejo de Legados. Hay tubería con aislación de asbesto por todo el sótano; sin embargo, personal de la AEE certificados para asbestos han hecho un inventario del aislante para tubos y

¹Originalmente, el acceso a los 137 acres que comprende la facilidad BONUS era controlado cuando la caseta de guardia estaba colocada al principio del camino pavimentado donde se junta con la carretera 413. El control de acceso a la zona de 5 acres fue reducido por solicitud de la AEE al DOE, para que el resto de la facilidad (la zona de exclusión de 0.25 millas) pudiera desarrollarse en el futuro. Como resultado, se proveyó acceso al faro marítimo por medio del camino pavimentado y se convirtió en una atracción turística. Antes, el acceso al faro era por la playa.

lo han estabilizado en los lugares donde se halla (MACTEC-ERS 2002). El personal de la AEE, o contratistas, hacen una inspección trimestral de asbesto, y un muestreo anual del aire.

Piso principal: En el centro del piso principal está lo siguiente: la turbina, el acceso al sótano para disponer del combustible, y la torre de la grúa. El monolito de concreto que contiene la vasija de presión del reactor se levanta desde el sótano y sobrepasa el piso principal hasta llegar al nivel del mezanine. Barreras construidas de paneles de plexiglás montados sobre una baranda de acero rodean el área central y limitan el acceso del público a áreas con contaminación residual fija. El cuarto de control, los laboratorios, las oficinas de apoyo, los talleres, y las áreas de almacenaje están ubicadas contra la pared exterior. La AEE guarda los registros del BONUS que describen el diseño de la planta, su construcción, su operación, y su retiro de servicio activo en dos cuartos de clima controlado en este nivel; en lo que antes eran el Taller de Mecánica y el Taller de Mantenimiento Eléctrico.

El piso principal ha sido convertido en museo. Numerosas exhibiciones cuentan la historia de la facilidad del BONUS, así mismo el desarrollo de energía eléctrica y nuclear. Además, se presenta información con ilustraciones sobre la historia de la AEE, ganadores del premio Nóbel, científicos, el sistema solar, y viajes por el espacio. El cuarto de control del reactor sigue intacto y, aunque está inactivo, luces de control han sido alambradas para simular que opera. Una aula con 12 computadoras ha sido preparada para que en el futuro, los estudiantes puedan hacer investigaciones científicas.

En varias áreas de la superficie del piso principal hay contaminación residual fija. La AEE ha colocado losas de cerámica sobre esos lugares para reducir la exposición y evitar el contacto directo. En la barricada en el área central, un bloque de concreto (de aproximadamente 6 por 2 pies, con grosor de 10 pulgadas [183 por 61 cm, con grosor de 25 cm]) y varios bloques de plomo fueron colocados sobre la contaminación residual fija de mayor actividad. En la actualidad no hay radioactividad removible mayor que la MDA en el piso principal o en las paredes.

Mezanine: El mezanine está situado arriba del piso principal y provee acceso a la parte superior de lo que había sido el reactor, la cual es ahora el monolito sólido de concreto. El acceso al nivel del mezanine está limitado. El lugar de acceso a los controles superiores de la grúa también está en este nivel. No hay exhibiciones de museo en este nivel. Varias áreas de contaminación residual fija han sido identificadas en el piso de concreto del mezanine y en el monolito de concreto. Esta contaminación residual fija no ha sido cubierta. No hay contaminación removible mayor que la MDA en el piso o las paredes del mezanine.

Edificios de entrada: Estos edificios de bloque de concreto constan del edificio con baños y casilleros, y el edificio de oficinas administrativas. Los dos edificios están separados por un pasaje abierto con techo; ubicados hacia el sur del edificio de contención; sirven de entrada al museo; y se puede llegar a ellos directamente desde el área de estacionamiento. El edificio de oficinas administrativas tenía oficinas, baños, y un cuarto de conferencias. Cuando la planta estaba en operación, este edificio también tenía un cuarto de control auxiliar. El edificio no tiene contaminación radiológica.

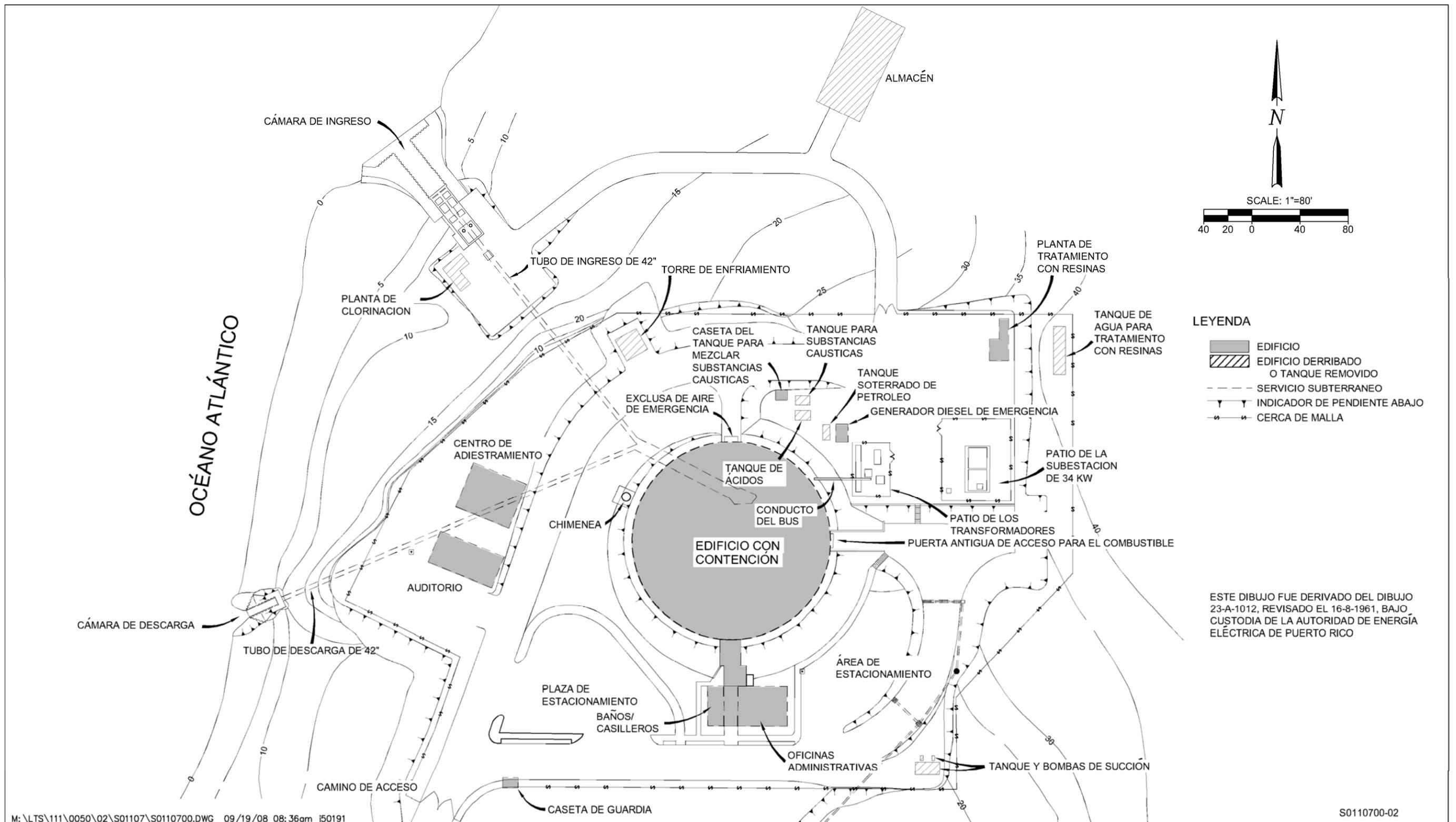


Figura 2-2. Plan de la facilidad de la planta BONUS, Rincón, Puerto Rico

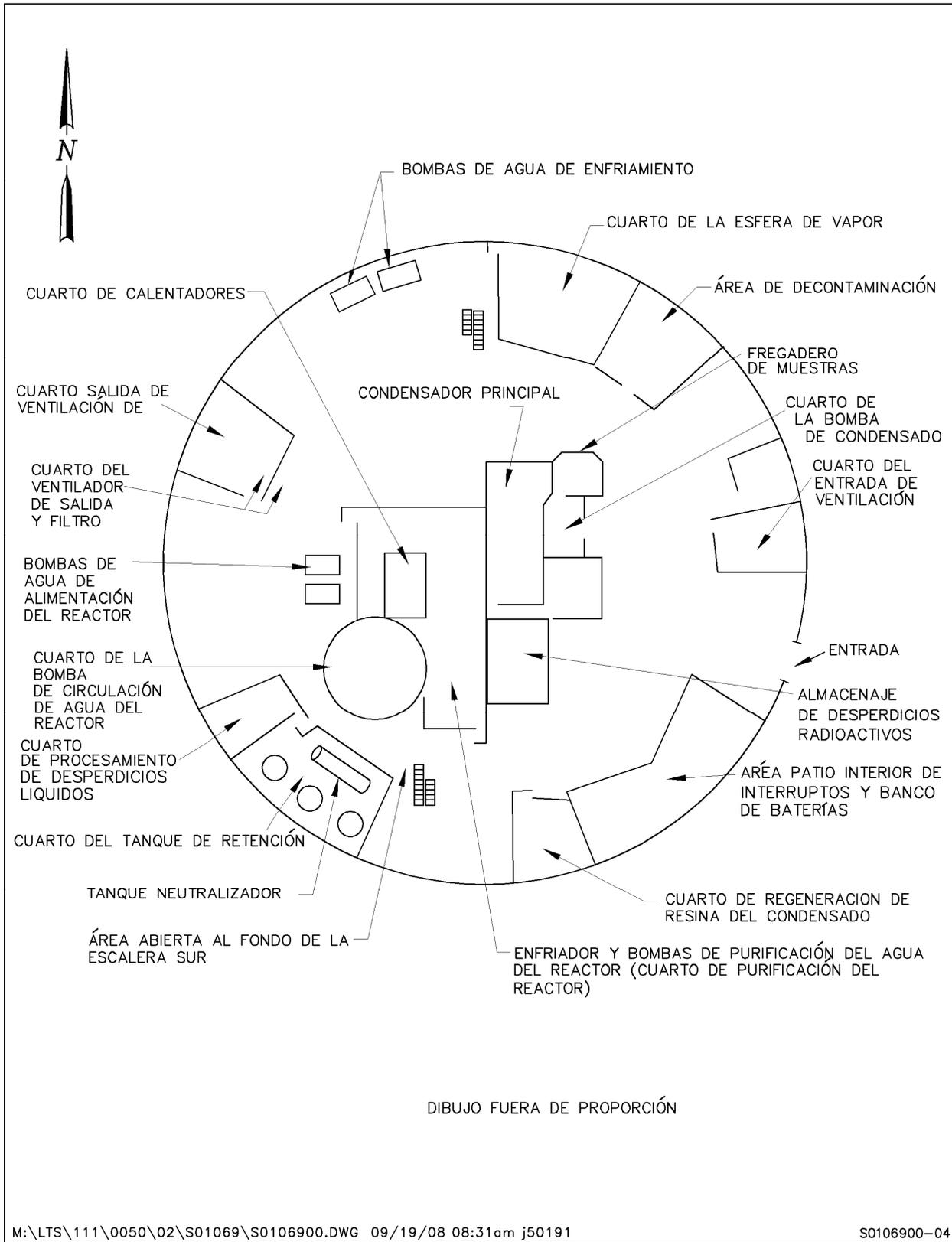


Figura 2-3. Nivel del sótano del edificio de contención de la planta BONUS, Rincón, Puerto Rico

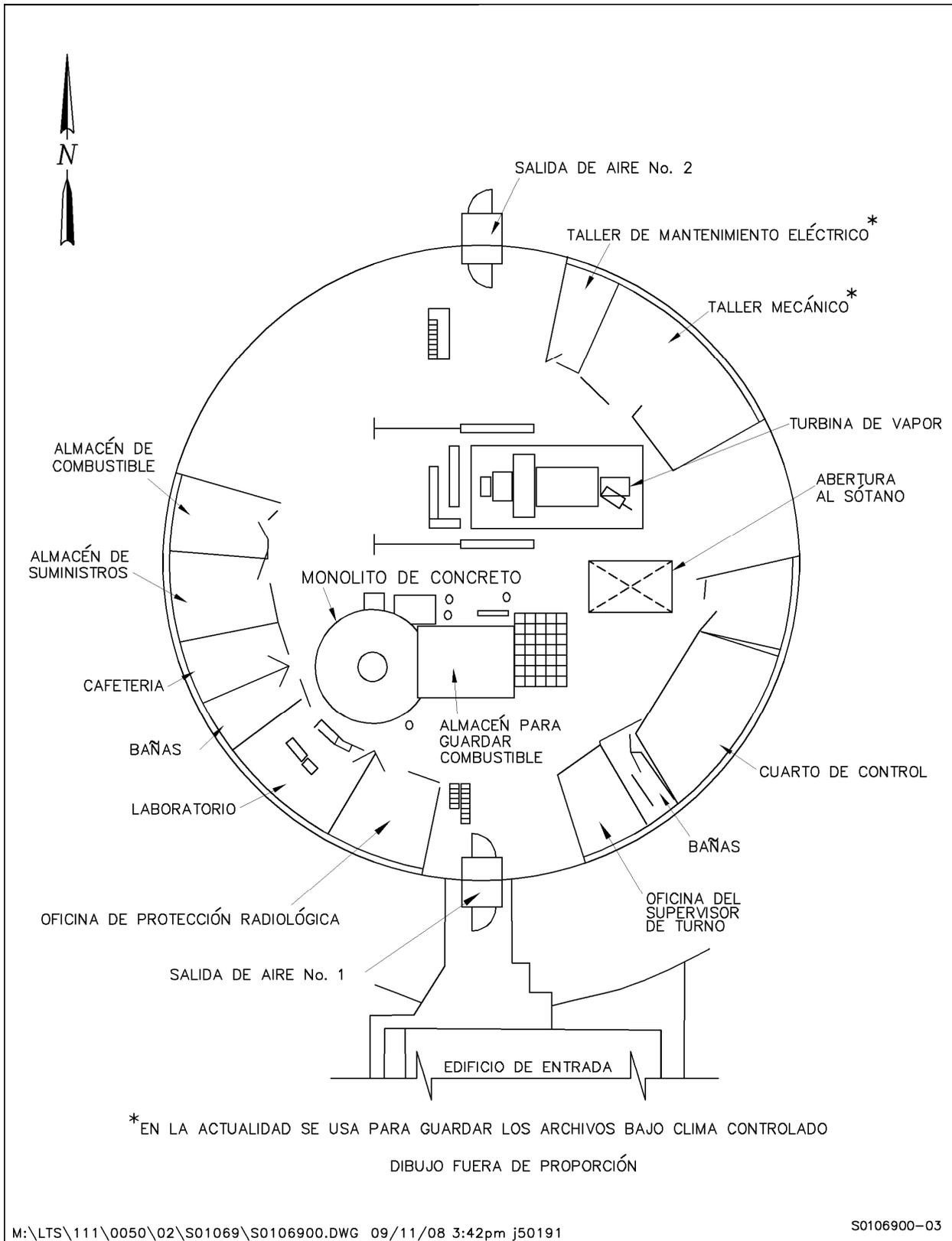


Figura 2-4. Piso principal del edificio de contención de la planta BONUS, Rincón, Puerto Rico

Auditorio: Este edificio de bloque de concreto está ubicado al oeste del edificio de contención; contiene un auditorio que se usa principalmente para adiestramientos y reuniones; cuando la planta estaba en operación. También, contenía una cafetería y un área para comer al aire libre. El edificio no contiene contaminación radiológica.

Edificio de Adiestramiento: Este edificio de bloques de concreto está ubicado hacia el norte del auditorio. Cuando la planta estaba en operación, se usaba para oficinas y dormitorios de los científicos que visitaban. La AEE no tiene planes inmediatos para este edificio, pero se está considerando un museo de historia. El edificio no contiene contaminación radiológica.

Caseta del Guardian: Esta construcción, ubicada cerca del portón de entrada, se usa actualmente para guardar la seguridad y el control de acceso la facilidad—no contiene contaminación radiológica.

Otras Mejoras:

Tanques de Almacenamiento Soterrados (USTs): Por el costado oeste de los edificios de entrada hay dos USTs de concreto que le pertenecen a la AEE. Los USTs contienen rastros de sedimento contaminado radiológicamente con cesio-137. Antes de que la responsabilidad post clausura de la planta pasara a la Oficina de Manejo de Legado del DOE, la Oficina de Manejo Ambiental del DOE propuso llenar los USTs con argamasa de cemento Portland para remediar la contaminación radiológica (DOE 2003c). Esto se hizo en diciembre de 2004.

Camino de acceso: El camino de acceso es de 0.66 millas (1 Km.) de largo, 26 pies (8 m) de ancho, y tiene una pendiente máxima de 3 por ciento. Empieza en la carretera estatal 413, corre a través del área de estacionamiento del faro marino, entonces entra por el portón de entrada de la planta, y acaba en el área de estacionamiento de la planta.

Portón de entrada: El portón de entrada, cerca de la caseta del guardian, es de 24 pies (7.3 m) de ancho, y funciona con motor.

Verja de seguridad: Un verja eslabonada de 6 pies (1.8 m) de alto, extendida por arriba con tres hileras de alambre de púas encierra el terreno de 5 acres (2 hectáreas).

Áreas de estacionamiento: Dos áreas de estacionamiento, al oeste y al este de los edificios de entrada, pueden acomodar 100 vehículos. Su construcción es de roca triturada recubierta con un pavimento de asfalto.

Aspecto ornamental del terreno: El terreno consiste de aproximadamente 27,770 pies cuadrados (2,580 m²) de grama sembradas entre las aceras, las áreas de estacionamiento y el edificio de contención.

Antigua subestación eléctrica; La subestación eléctrica que conectaba la Planta BONUS a la red eléctrica de Puerto Rico está ubicada en la esquina noreste de la facilidad. Todavía ocupa el mismo lugar pero no funciona. Una verja eslabonada en acero galvanizado de 6 pies (1.8 m) de alto, con portón de 12 pies (3.7 m) de ancho encierra el área.

Abasto de agua: Cuando funcionaba la planta, la fuente principal de agua era el Pozo No. 3, situado a 675 pies (206 m) hacia el sur y 293 pies (89 m) hacia el oeste del edificio de

contención. El pozo tiene 60 pies (18 m) de profundidad y se bombeaba el agua a 25 galones (97 litros) por minuto. Hoy día, la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico provee el agua a la facilidad.

Caseta para la planta de tratamiento de resina: Esta construcción alojaba la planta de tratamiento de resina que se utilizaba para tratamientos químicos del agua de la ciudad y del pozo. Es una estructura de concreto armado y bloques que mide 29 pies por 16 pies (9 m por 5 m). Sólo la construcción de concreto existe hoy día.

Sistema de desagüe: Este sistema pasa el agua de lluvia por una serie de estanques y basinetas subterráneas interconectadas para descargar el agua a lugares bajos de drenaje natural.

Construcciones y túneles para agua de mar: Estas construcciones, situadas al oeste del edificio de contención, recibían y descargaban agua de mar que se utilizaba para enfriar el agua de condensados. Canales rectangulares debajo de la plancha de los cimientos del edificio de contención están conectados a estas construcciones por medio de caños de concreto armado de 42 pulgadas (107 cm). Actualmente, las construcciones están llenas de arena para vedar, por razones de seguridad y peligro, el acceso a la planta.

Iluminación de la facilidad: En la actualidad el sistema de iluminación general exterior de la facilidad está conectado a la infraestructura de la AEE que existe fuera de la facilidad.

Sistema de protección contra incendios: La AEE reemplazó el sistema original exterior de protección contra incendios. El sistema actual consta de nuevos hidrantes, alarmas de humo con sensores de láser en el piso principal del edificio de contención, extintores de fuego, luces de emergencia y de salida, y mangueras nuevas contra incendio dentro del auditorio y los edificios de entrada.

2.3 Ubicación y acceso

La Figura 2–1 muestra la ubicación del sitio en relación a detalles locales y caminos. El acceso se obtiene por medio de la AEE. El contacto principal para obtener acceso al sitio es:

Gerente,
Departamento de Calidad de Aire y Estudios Ambientales
Autoridad de Energía Eléctrica
7mo Piso NEOS
1110 Ave. Ponce de León
Santurce, Puerto Rico
(787) 289-4989, -4988
Atención: Arsenio Reyes (o sucesor)

2.4 Historia de la facilidad

La Planta BONUS se desarrolló como planta prototipo de energía nuclear para investigar la viabilidad técnica y económica del concepto de hervidor y sobrecalentador integrados dentro del núcleo del reactor. Fue la octava planta nuclear construida en el mundo. La planta había sido diseñada de tamaño suficiente para evaluar de manera práctica los detalles principales del concepto de hervidor y sobrecalentador integrados sin sufrir los grandes gastos de construcción y

operación de una planta grande. La planta fue construida bajo el patrocinio conjunto de la AEC y la PRWRA. Los inicios de la operación de la planta fueron realizados por Combustion Engineering, Inc., pero la PRWRA se hizo responsable de la operación a largo plazo.

La planta fue construida entre 1960 y 1964. El reactor BONUS alcanzó criticalidad por primera vez el 13 de abril de 1964. El reactor fue sometido a una serie de pruebas de criticalidad y luego se puso en operación experimental a varios niveles de potencia, primero como hervidor y después como hervidor-sobrecalentador integrado. La operación a potencia completa (50 megavatios de energía termal [MWt]), temperatura máxima (vapor a 482 °C [900 °F]) fue lograda en septiembre de 1965, y pruebas demostraron operación satisfactoria al 10% de sobrepotencia en noviembre de 1965 (West y Fragoso 1966).

La porción hirviente del reactor BONUS contenía 64 ensamblajes de combustible en el centro del núcleo del reactor. Cada ensamblaje contenía 32 barras de combustible en una distribución de 6 x 6 con las 4 barras centrales omitidas. La porción sobrecalentadora del reactor constaba de cuatro secciones rectangulares, una sección a cada lado de la zona hervidora. Cada sección sobrecalentadora contenía ocho ensamblajes sobrecalentadores, y cada ensamblaje contenía 32 barras de combustible. En condiciones normales de producción a toda potencia, la sección hervidora producía 37 MWt de calor, y generaba vapor saturado a 985 libras por pulgada cuadrada. La sección sobrecalentadora producía 13 MWt de calor. Al pasar cuatro veces por los ensamblajes sobrecalentadores, el vapor se calentaba hasta 482 °C (900 °F). Detalles de la operación del reactor están descritos en *BONUS Operating Experience* (West y Fragoso 1966) y *BONUS Nuclear Electric Generating Station in Puerto Rico* (PRWRA 1965).

Por dificultades técnicas que requerían modificaciones muy costosas, se dio fin a la operación de la planta BONUS, en junio de 1968. El proceso de clausurar la planta duró de 1969 hasta 1970. Durante la decomisión, todos los materiales nucleares especiales (combustible) y ciertos componentes muy activados (p. ej. barras de control y barras de regulación) fueron sacados, todos los sistemas de tubería fueron purgados con agua, la vasija del reactor y los sistemas internos asociados que estaban dentro del blindaje biológico fueron sepultados en concreto y argamasa, y los sistemas externos al sellado fueron decontaminados. Muchos materiales contaminados y activos fueron colocados en el cuarto de la bomba principal de circulación debajo de la vasija de presión y fueron sepultados en concreto (PRWRA 1970). La tubería fue cortada al nivel del piso de concreto o del blindaje biológico, las penetraciones fueron cerradas con soldadura y argamasa. Los dibujos del monolito de concreto están guardados en los archivos de emplazamientos del DOE, y las condiciones finales del proceso de clausura están documentados in el informe: *Boiling Nuclear Superheating Power Station Decommissioning Final Report* (PRWRA 1970). La decontaminación general de la planta fue realizada con el fin de cumplir con los criterios para uso sin restricciones de todas las áreas accesibles de la planta (Inspecciones radiológicas subsecuentes determinaron que los criterios para uso sin restricciones no fueron cumplidos). Los residuos de materiales radioactivos que todavía quedaban en la planta fueron aislados o sellados para proteger a los trabajadores y visitantes a la facilidad.

Una cápsula del tiempo, de acero inoxidable, fue depositada en el monolito de concreto. La cápsula guarda documentos y dibujos del proceso de clausura que se podrán sacar en el futuro. Está ubicada a 19.5 pies hacia el oeste, y 12.5 pies hacia el sur del centro de la superficie superior del monolito, al nivel del mezanine. Una placa con el siguiente texto en inglés y en

español, fue colocada en la superficie del concreto precisamente sobre de donde ubica la cápsula del tiempo.

BONUS NUCLEAR POWER FACILITY

Decommissioned 1970

Entombed in this structure are radioactive materials which could be hazardous if exposed. Entry is prohibited without specific authorization from appropriate officials of the Commonwealth of Puerto Rico. If the structure is breached, vacate the premises promptly and notify the Public Health Department of the Commonwealth of Puerto Rico immediately.

A capsule containing drawings and technical data relative to this facility is buried in the structure. Its location and a description of its contents may be found in the records of the Puerto Rico Water Resources Authority, Main Office, at San Juan, Puerto Rico.

Facilidad de Energía Nuclear BONUS
Decomisada 1970

Enterrados en esta estructura hay materiales radioactivos que pudiesen ser peligrosos si son expuestos. Se prohíbe el acceso sin autorización apropiada de oficiales del Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Si la estructura colapsa, desaloje las áreas rápidamente y notifique al Departamento de Salud Pública.

Una cápsula conteniendo los dibujos y los datos técnicos relacionados a esta facilidad, están enterrados en la estructura. Su localización y una descripción de su contenido, se pueden localizar en los archivos de las oficinas centrales de la Autoridad de las Fuentes Fluviales, en San Juan, Puerto Rico.

Los estimados del inventario radiológico en el monolito de concreto, después de la clausura y en el 2001, aparecen en la Tabla 2-1. Los cálculos post clausura del inventario radiológico en la tubería y otros sistemas fuera del monolito de concreto, aparecen en la Tabla 2-2. Luego de completar las operaciones de clausura, habían aproximadamente 53,000 curies (Ci) de radioactividad dentro del monolito de concreto, y aproximadamente 0.013 Ci existía en forma de incrustaciones en tubería y componentes exteriores al monolito de concreto (PRWRA 1970). Actualmente, los inventarios radiológicos se han reducido, a consecuencia de la desintegración radioactiva, a menos de 900 Ci dentro del monolito, y menos de 900 micro curies (μCi) en los sistemas exteriores. Como se nota en las Tablas 2-1 y 2-2, níquel-63 es el radionúclido predominante de los materiales que han quedado sepultados, y cesio-137 es el radionúclido predominante en los sistemas exteriores.

Tabla 2–1. Estimaciones de los principales radionúclidos sepultados en el monolito de concreto

Radionúclido	Semi vida	Actividad (Curies)	
		Agosto de 1968 (PRWRA 1970)	2001
Cobalto-57	271 días	2,229	0
Cobalto-60	5.27 años	15,581	203
Níquel-63	96 años	840	669
Manganeso-54	312 días	1,023	0
Hierro-55	2.7 años	33,586	7
TOTAL	-	53,259	879

Fuente: PRWRA (1970).

Tabla 2–2. Estimaciones de los principales radionúclidos en los sistemas clausurados exteriores a la tumba

Radionúclido	Semi vida	Actividad (Curies)	
		1968 (PRWRA 1970)	2001
Manganeso-54	312 días	0.00011	-
Cobalto-60	5.27 años	0.010	0.00017
Zinc-65	244 días	0.0016	-
Plata-110m	250 días	0.0000084	-
Antimonio-125	2.77 años	0.000038	-
Cesio-137	30 años	0.0015	0.00071
TOTAL	-	0.013	0.00088

Fuente: PRWRA (1970).

El monolito de concreto fue diseñado para tener una vida práctica de 140 años. Luego de ese periodo, la PRWRA (1970) calculó que la dosis mayor de contacto en cualquier punto dentro del sistema de la tumba habría disminuido a 0.2 millirem por hora. La Tabla 2–3 presenta una lista de la actividad en función al tiempo, de los radionúcleotidos principales sepultados en la vasija del reactor.

Tabla 2–3. Actividad (en Curies) en función al tiempo, de los principales radionúcleotidos sepultados en la vasija del reactor

Radionúclido	Agosto 1968	+10 Años	+20 Años	+50 Años	+100 Años	+140 Años
Cobalto-57	2,229	0.184	1.5×10^{-5}	--	--	--
Cobalto-60	15,581	4,154	1,107	21	2.83×10^{-2}	1.43×10^{-4}
Níquel-63	840	778	721	573	392	288
Manganeso-54	1,023	0.172	2.88×10^{-5}	--	--	--
Hierro-55	33,586	185	1.02	--	--	--

Fuente: PRWRA (1970).

Los materiales radioactivos que fueron sacados durante el proceso de clausura fueron transportados y depositados cerca de Oak Ridge, Tennessee en una instalación aprobada para recibir desperdicios. Después de completar las actividades de la clausura, la AEC y la PRWRA

firmaron otro contrato en 1971 (AT-(40-1)-4186) (vea AEC 1971) para vigilar y mantener el sistema de contención del reactor, y monitorear la radiación en la planta. Este contrato anuló el contrato (AT-(40-1)-2672) bajo el cual la planta BONUS fue construida y operada, y, entre otras estipulaciones, establecía que (1) costado por la AEC, la PRWRA realizaría monitoreo radiológico, (2) los materiales radioactivos se sepultarían donde yacían, (3) la PRWRA no perturbaría los materiales radioactivos sepultados, (4) la PRWRA proveería monitoreo y mantenimiento del sistema de contención, (5) el contrato se auto renovaría por períodos de un año, y (6) la PRWRA cumpliría con los requisitos de la AEC en favor de la seguridad pública y ocupacional. También conforme a este contrato, los componentes y materiales sepultados en tumbale monolito de concreto seguirían siendo propiedad del DOE. Durante los años subsiguientes a 1990 el contrato dejó de ser administrado, y el monitoreo y mantenimiento fueron realizados por la Oficina de Manejo Ambiental del DOE en Oak Ridge. El monitoreo y vigilancia radiológica ha continuado en la planta para asegurar la protección del medio ambiente y la salud del público, aunque se considera que hay poca posibilidad de exponer el público a radiación.

La Oficina de Manejo de Legados del DOE y la AEE (la organización sucesora de la PRWRA) han elaborado un Acuerdo de Entendimiento que establece un mecanismo contractual exigible, y define las responsabilidades y las autoridades de las dos partes con respecto a los materiales residuales radioactivos que permanecen en la planta BONUS (DOE y AEE, pendiente). Las responsabilidades de cada organización están resumidas en la Sección 3.0 de este Plan de LTS&M.

2.5 Resumen de las condiciones radiológicas en la planta BONUS

Las condiciones radiológicas post clausura de la planta están documentadas en el informe *Boiling Nuclear Superheater Power Station Decommissioning Final Report* (PRWRA 1970). Después de clausurar la planta, la United Nuclear Corporation recogió 284 motasmotas de la superficie de los pisos y paredes del edificio de contención. Los niveles de actividad beta-gamma² fueron medidos, y variaron de no-detectable hasta 418 dpm/100 cm². 120 motasmotas adicionales fueron recogidas en varios lugares de la estructura de la tumba, y los resultados de estas mediciones variaron de no-detectable hasta 107 dpm/100 cm² beta-gamma; las mediciones de dosis de exposición a radiación gamma³ en estos lugares variaron de 10 hasta 150 microroentgens por hora (μR/h). Muestras de suelo fueron recogidas por la playa en el área

²La radioactividad en las superficies del edificio y del equipo se mide en unidades de desintegración por minuto (dpm) por unidad de superficie (100 cm²). Actividad es la porción de radioactividad total acumulada cuando se frota motasuna mota de papel o paño sobre la superficie. El DOE ha especificado criterios para los niveles aceptables de radioactividad superficial de varias categorías de radionucleótidos. Ya que los principales radionucleótido de interés (note las Tablas 2-1 y 2-2) en la planta BONUS emiten sólo partículas beta y/o gamma, la categoría beta-gamma es un punto apropiado de comparación. Las normas permitidas de contaminación superficial residual liberada sin restricción para esta categoría de radionucleótido están especificadas en la Orden 5400.5 del DOE a 5,000 dpm/100 cm² de actividad total y 1,000 dpm/cm² de actividad.

³La dosis de exposición es la medida por unidad de tiempo de la ionización producida por radiación gamma en el aire. Se expresa por unidades de microroentgens por hora (μR/h) Ya que siempre hay radiación proveniente de fuentes cósmicos y terrestres en el medio ambiente natural, la dosis de exposición debe compararse con la radiación natural que existe en sitio. La dosis de exposición natural en el sitio del reactor de la planta BONUS varía de 3 hasta 10 μR/h (Irizarry 1991), promedia 5μR/h (DOE 1999*).

del túnel de descarga, y cerca del edificio de contención; en ninguna muestra se encontraron radionúcleotidos en cantidades detectables.

Después del cierre se han hecho inspecciones anuales, y estas no han encontrado aumentos en los niveles de radiación. Algunas de las observaciones han anotado inquietudes sobre desgastes en el exterior de la estructura, vegetación excesiva alrededor de la planta, la presencia de asbesto friable, e inundación del sótano (la cual impidió la toma de muestras durante una inspección).

Otra inspección radiológica fue realizada en el 1996 para evaluar los niveles de radioactividad residual en la planta (Auxier and Associates, Inc, 1997). Las muestras de residuo fueron recogidas en la planta para identificar los radionúcleotidos de interés, y determinar la abundancia relativa de ellos. El radionucleótido principal era cesio-137 (72 por ciento), pero también había cantidades más pequeñas de níquel-63 (22 por ciento), estroncio-90 (3 por ciento), y cobalto-60 (3 por ciento). El estroncio-90 nunca fue identificado como contribuyente al inventario de radionucleótidos en el informe de cierre, pero fue identificado como contribuyente menor en el análisis de Auxier and Associates, Inc.

Las medidas de dosis de exposición a radiación gamma dentro del edificio de contención indicaban niveles de radiación que variaban de 5 a 9 $\mu\text{R/h}$ en el edificio de entrada, 5 a 10 $\mu\text{R/h}$ en el piso del sótano, 4 a 6 $\mu\text{R/h}$ en el piso principal de operaciones, y 3 a 8 $\mu\text{R/h}$ en el mezanine y las superficies superiores del reactor. Estos resultados son similares a las dosis de exposición de 3 a 10 $\mu\text{R/h}$ que existen en el medio ambiente natural de este sitio. Los niveles elevados de radiación encontrados en algunos sitios aislados del sótano y el piso principal de operaciones, la mayoría de los cuales estaban asociados con los componentes más grandes del reactor, o con sistemas que llevaban líquidos. La dosis de exposición máxima de radiación gamma fue medida a 500 $\mu\text{R/h}$ en la superficie norte de la tumba en el piso principal de operaciones a una altura aproximada de 6 a 12 pulgadas 15 a 30 cm () arriba de la superficie del piso. Otros componentes variaban de 15 a 30 $\mu\text{R/h}$ en el punto de contacto. Muchos de los desagües ataponados del piso en el sótano tenían niveles elevados de radiación al contacto, pero a la distancia aproximada de 3 pies (1 metro (m)) de la fuente de radiación, los niveles disminuían hasta llegar a la dosis general del área.

El personal de la inspección de 1996 también llevó a cabo una limpieza general del edificio, y sacaron aproximadamente 25 camiones de materiales, recogidos principalmente de la antigua oficina de protección radiológica, el antiguo laboratorio químico, y la antigua oficina del supervisor de turno (Figura 2–4). La remoción¹ de estos materiales fue necesaria para permitir la inspección de áreas del piso. Se calcula que estos materiales cubrían aproximadamente 50 por ciento del área del piso, e impedían obtener caracterizaciones radiológicas de las superficies del piso y las superficies inferiores de las paredes. Los historiales relacionados a las operaciones de la planta BONUS, y cosas o equipo de posible significado histórico fueron apartados y guardados. Inspecciones visuales y mediciones radiológicas fueron usadas para identificar fuentes de baja radioactividad y artículos o equipo contaminado que no eran aptos para ser liberados sin restricciones. Tales artículos fueron llevados, en su mayoría, a la antigua oficina de protección radiológica para que la AEE continuara la evaluación y dispusiera de ellos. Artículos que contenían otras sustancias potencialmente peligrosas (no radioactivas) también fueron identificados y, por lo general, fueron llevados al antiguo laboratorio químico para que la AEE pudiera hacer evaluaciones adicionales y disponer de ellos. Ninguna contaminación fue detectada en el resto de los materiales examinados. De estos materiales, 25 lotes de archivos relacionados a

la planta BONUS fueron guardados en la oficina del supervisor de turno, y el resto, como desperdicios no peligrosos, fue transportado fuera del sitio a un vertedero municipal.

En el 1997, Shonka Research Associates, Inc. (1997), bajo subcontrato con Jacobs EM Team, realizó, una inspección detallada de caracterización para evaluar los niveles de radioactividad que permanecían en la planta BONUS. Esta inspección evaluó la radiación beta-gamma fija y en 100 por ciento de la superficie accesible de los pisos y 100 por ciento de las paredes del edificio hasta una altura mínima de 3.3 pies (1 m) arriba de la superficie del piso. Una inspección de las dosis externas de radiación gamma también fue realizada. Muestras de aire recogidas dentro del edificio no mostraban actividad detectable en el aire (el nivel mínimo detectable era 9.9×10^{-17} $\mu\text{Ci}/\text{mililitro}$). Muestras de suelo fueron recogidas de áreas adyacentes al edificio, y se abrieron pozos para monitorear el agua que se hallaba a poca profundidad en el subsuelo. No se encontraron radionucleótidos en las muestras del suelo ni del agua del subsuelo que podrían ser atribuidos a las operaciones de BONUS. La relativa abundancia de radionucleótidos en la muestra de polvo recogida del piso del sótano fue estimada a 88.66 por ciento de cesio-137, 9.14 por ciento de níquel-63, 1.36 por ciento de cobalto-60 y 0.84 de estroncio-90. En la Tabla 2-4 se resumen los datos de contaminación en superficies.

Tabla 2-4. Mediciones radiológicas hechas en 1997 del edificio BONUS con domo

Edificio BONUS con techo de domo Sitio	Dosis de exposición (dpm/100 cm ²)	Actividad en la Superficie (picocuries/m ²)			
		Cesio-137	Níquel-63	Cobalto-60	Estroncio-90
Área entre los cuartos y la porción central del piso principal	1.98E+04	7.96E+05	8.21E+04	1.22E+04	7.54E+03
Superficie Superior del Reactor, mezanine	1.51E+05	6.09E+06	6.28E+05	9.32E+04	5.76E+04
Cuartos en el piso principal	9.25E+03	3.73E+05	3.84E+04	5.71E+03	3.53E+03
Centro	1.74E+06	7.01E+07	7.23E+06	1.07E+06	6.64E+05
Sótano	1.25E+05	5.02E+06	5.17E+05	7.68E+04	4.75E+04
Área de Visitas del Piso Principal	1.32E+04	5.31E+05	5.48E+04	8.13E+03	5.03E+03
Piso del Reactor	1.62E+05	6.55E+06	6.75E+05	1.00E+05	6.20E+04

Fuente: Shonka Research Associates, Inc. (1997).

^aNo se permite acceso al público en la porción central del piso principal.

Esta inspección de contaminación en superficies fue realizada en una forma que asegurara un límite de detección de 1,000 dpm/100 cm² promediado sobre 1 m². La inspección fue organizada para identificar áreas de contaminación localizadas (puntos calientes) con más de tres veces el promedio del límite de detección (o 3,000 dpm/100 cm²). Sin embargo, la detección de tales puntos calientes se hizo difícil por los campos elevados y muy variables de radiación ambiental. Así que algunas de las áreas localizadas, anotadas en el informe de la inspección con niveles de contaminación mayores que 3,000 dpm/100 cm², podrían realmente tener niveles menores que el criterio. Cuando era posible, el personal de inspección utilizaba un aparato monitor de contaminación superficial (SCM), el cual emplea varios detectores computadorizados de radiación, incluyendo un contador proporcional, sensible a ubicación, para examinar áreas enteras de superficies. Áreas de contaminación elevada que excedían los límites legales de radiación incluían porciones del sótano – en particular el cuadrante suroeste del sótano – y áreas

localizadas del piso principal y del mezanine. Los resultados de la inspección incluían lo siguiente:

Auditorio: En una sola unidad de inspección, utilizando el SCM, se midió la radioactividad fija en el auditorio. Ninguna de las áreas medidas de 1-m² tenía un promedio de actividad que excediera el criterio de 1,000 dpm/100 cm², y sólo un área de 100-cm² tenía actividad que excedía el criterio de 3,000 dpm/cm². Se creyó que esta fue una medición positiva falsa atribuible a la variabilidad ambiental. En una inspección de radioactividad removible, no se detectó nada en el auditorio.

El edificio de contención: sótano: Los pisos de los cuartos y las áreas abiertas del sótano fueron examinadas para radioactividad fija en una serie de 29 unidades de inspección. Las inspecciones fueron hechas también para las partes bajas de las paredes (0–1 m). La mayoría de las áreas de inspección en el sótano tenían una o más secciones de 1-m² en que la actividad excedía 1,000 dpm/100 cm². Los más altos niveles de contaminación fueron encontrados en el cuadrante suroeste del sótano alrededor de los equipos de proceso, y parecían ser el resultado de derrames líquidos.

Se hizo una inspección para radioactividad removible en los pisos del sótano, las paredes (0 a 1 m), y la tubería y el equipo del reactor. La actividad removible mayor que la MDA fue identificada en varios lugares: por el lado sur del reactor; el área del patio interior de interruptores y banco de baterías; el cuarto de regeneración de resina para el tratamiento de agua de condensado; el área abierta al fondo de la escalera sur; el compresor y filtro del cuarto del ventilador de salida del anillo de la vasija del reactor; y el cuarto del tanque de retención de 4,000 galones. El equipo del reactor que tenía radioactividad incluía: los tanques en el cuarto del tanque de retención de 4,000 galones; las bombas de condensado; la plataforma en el cuarto de purificación y recalentamiento; un fregadero de muestras; y una basineta debajo de la bomba de enfriamiento del blindaje No.2. El *Summary Report for the Radiological Survey of the Boiling Nuclear Superheat (BONUS) Research Reactor, Rincón, Puerto Rico* (Jacob Environmental Management Team 1998) provee un resumen detallado de estos resultados.

El edificio de contención: piso principal: El piso principal fue examinado para radioactividad fija utilizando 42 unidades de inspección. Los resultados indicaron que el 16 por ciento del área examinada excedía la norma de 1000 dpm/100 cm² para actividad promediada sobre 1 m², y el 19 por ciento excedía la norma de 3,000 dpm/100 cm². Se encontró un área de radioactividad cerca del lado norte del reactor, debajo de una unión de tubería. La actividad más elevada en un área de 100 cm² fue de más de 12 millones de dpm/100 cm². Esta misma área tenía la dosis más elevada de exposición (50µR/h) a la altura de una cintura (este lugar corresponde al área en que Auxier and Associates, Inc. [1997] habían medido 500µR/h). Cierta cantidad de radioactividad se podía remover, y las áreas fueron decontaminadas hasta niveles más bajos de 200dpm/100 cm². El área de mayor radioactividad fija fue cubierta con bloques de plomo para ofrecer mayor protección contra radiación. El parte inferior de las paredes del piso principal (0–1 m) fue examinada; radioactividad mayor que la norma se encontró solamente a lo largo de la cara norte del monolito de concreto.

Así como en el sótano, en el piso principal había varios objetos con radioactividad fija que excedía las normas. Algunos de estos objetos tenían radioactividad removible, pero durante la inspección fueron decontaminados a niveles menores que la norma más estricta. La

radioactividad fija en estos objetos variaba de 1,082 a 296,960 dpm/100 cm². Un área notable era el lavamanos cerca de la esclusa principal de aire. El *Summary Report for the Radiological Survey of the Boiling Nuclear Superheat (BONUS) Research Reactor, Rincón, Puerto Rico* (Jacob Environmental Management Team 1998) provee detalles de estos resultados.

La superficie superior del monolito de concreto y el mezanine: En una serie de cuatro unidades la parte superior del monolito de concreto y el mezanine fueron examinados para radioactividad fija. Los resultados indicaron que el 13 por ciento del área examinada excedía la norma de 1,000 dpm/100 cm², y el 12 por ciento excedía la norma de 3,000 dpm/100 cm². Se encontraron los mayores niveles en un surco donde pasan las ruedas de la grúa encima del monolito. Radioactividad localizada de aproximadamente 150,000 dpm/100 cm² fue encontrada. En las paredes no se detectó radioactividad fija mayor que las normas. No se detectó radioactividad mayor que la MDA en este nivel. El *Summary Report for the Radiological Survey of the Boiling Nuclear Superheat (BONUS) Research Reactor, Rincón, Puerto Rico* (Jacob Environmental Management Team 1998) provee detalles de estos resultados.

Afuera del edificio de contención se calculó que la dosis ambiental natural de exposición a radiación gamma era aproximadamente 5 µR/h en el perímetro de la facilidad. Todas las áreas de la facilidad mostraban dosis de exposición gamma similares, excepto dos áreas: una localización cerca de la esclusa de aire que sirve de salida de emergencia hacia el norte, en el cual se registró lecturas de 10 µR/h a 1m; y un sitio cerca de la chimenea de salida de aire del reactor, en el cual se registraron dosis de 320 µR/h al contacto con la superficie del suelo, y 17µR/h a 1 m. Las mediciones altas en esta segunda localización resultaron de dos tornillos contaminados. Las lecturas regresaron a los niveles de trasfondo después de que se sacaron los tornillos.

Basado en los resultados de la inspección, se hicieron las siguientes recomendaciones para reducir el potencial de exposición a materiales radioactivos:

- Tapar⁴ con un mínimo de 25.4 cm (10 pulgadas) de concreto el nivel elevado de radioactividad que fue medido en el piso cerca de la cara norte del reactor, debajo de la junta de tubo. El propósito es reducir, hasta llegar al nivel de trasfondo de la planta, la dosis de exposición que existe a la distancia de 1 m.
- Barrer y mapear el piso del sótano para recoger radioactividad suelta.
- Prohibir que el público tenga acceso al sótano, o asegurar de alguna manera (p. ej. colocando un guardia de seguridad o aumentando la altura de la pared de plexiglás) que el público no pueda subir hacia el otro lado de la pared de plexiglás. Se deberá también prohibir que el público tenga acceso a otras áreas del sótano, incluyendo el cuarto de los tanques de retención de 4,000 galones, el cuarto de la bomba de condensado, el cuarto de purificación y recalentamiento del reactor, el cuarto de alimentación de agua del reactor, el cuarto de regeneración de la resina para el condensado, y el cuarto de la esfera de vapor; estos cuartos

⁴En casos donde no es posible remover fácilmente la radioactividad residual para lograr los criterios, estas áreas pueden ser recubiertas para reducir el potencial de exposición a radiación. Los materiales recubridores podrían incluir pintura, baldosas de piso, concreto, etc. El propósito de tales materiales es igualmente poner una barrera adicional que reduzca las dosis de exposición a radiación gamma, y, también ayudar a asegurar que la radiación residual quede fija en las superficies del edificio y no pueda ser fácilmente removida.

deberán estar bajo la seguridad de puerta con llave, o una barrera comparable para vedar acceso de parte del público.

- Pintar, o de otra manera recubrir (p. ej. baldosas) los pisos en todas las áreas que serán accesibles al público, para asegurar que cualquier radioactividad residual quede fija en un lugar y no llegue a ser removible en el futuro. Si se usa pintura, se deberá aplicar dos capas de diferentes colores, para que sea evidente cuando se gaste la capa de arriba.

La AEE cumplió con todas estas recomendaciones en 1999. Además, en el 2004, la AEE tapó fijó la contaminación removible del sótano, (informe pendiente de URS LTD.).

Los resultados de las más recientes inspecciones radiológicas de la planta aparecen en los informes anuales de muestreo e inspección de la planta BONUS [Sampling and Inspection Reports for the BONUS facility site (Webb 2001b and 2002)] Se espera que las condiciones radiológicas en el nivel del sótano del edificio de contención cambien luego de que la Oficina del DOE de Manejo Ambiental recubra el piso del sótano con concreto (DOE 2003c).

2.6 Geología

La facilidad BONUS está ubicada en un área de tierra baja costera en la costa oeste, cerca de Rincón. Durante el diseño y la construcción de la plancha de los cimientos del edificio de contención se excavaron treinta y un barrenos de monitoreo para determinar las condiciones del subsuelo. Los barrenos de monitoreo indicaron que el estrato superior típicamente se componía de arena limosa y arenisco en varios grados de fuerza, y variaba en grosor de 7 a 17 pies (2 a 5.3 m). En algunos casos fue necesario utilizar barrenas de diamante para penetrar el arenisco. Subyacente al estrato superior había una masa heterogénea de arcilla arenosa y limo con trozos de piedra caliza y arcilla limosa o arena. La mayoría de barrenos acabaron en un estrato de arcilla limosa de color gris y marrón a una profundidad aproximada de 100 pies (30 m) (DOE 2002).

2.7 Sismicidad

Puerto Rico está ubicado en una región de actividad sísmica (con categoría de Zona 2). Muchos temblores han sido registrados en esta área, datados desde 1615 hasta el presente. Los temblores más fuertes que han afectado a Puerto Rico ocurrieron en 1670, 1787, 1867, y 1918, los cuales resultaron en muchas muertes y daños económicos severos. En el año 2000, 735 eventos sísmicos fueron detectados por la Red Sísmica de Puerto Rico (Puerto Rico Seismic Network 2001, cited in DOE 2003a) El mes de mayor actividad fue mayo, con 51 eventos. De estos, sólo el 2.3 por ciento fue registrado como temblores que se sintieron. El temblor más grande del año 2000 ocurrió el 11 de diciembre, y tuvo una magnitud de 4.9 (escala Richter) y una intensidad de IV (escala Mercalli modificada). En la isla de Puerto Rico, la región más activa está al sur de una línea imaginaria que se extiende de Rincón a Guayama.

Hasta la fecha, no se ha notado evidencia de daño (por ej. rajaduras, corrosión, gasto, desplazamiento de componentes de concreto o metal) a la planta BONUS que haya resultado de eventos sísmicos. La vasija del reactor es de acero de 3 pulgadas de grueso y tiene un diámetro de 7 pies. Como la vasija con todos los dispositivos y tubería asociados ha sido llenado con argamasa o concreto, y encerrado en una coraza de concreto armado de 10 pies de diámetro; y como no hay materiales líquidos o gaseosos presentes susceptibles a escapes; las características

físicas del monolito de concreto no son susceptibles a dejar que se escapen materiales peligrosos, aún en el caso de sufrir daños estructurales por causa de un terremoto o un huracán severo.

2.8 Agua superficial

No hay manifestaciones de agua superficial en la facilidad BONUS. La facilidad está ubicada aproximadamente a 300 pies (100 m) tierra adentro del Océano Atlántico.

2.9 Agua subterránea

En el área inmediata a la facilidad BONUS, el agua subterránea a poca profundidad ocurre en una unidad de piedra caliza desgastada. Tres pozos de monitoreo, excavados en el sitio en 1997, atravesaron el nivel hidrostático a profundidades aproximadas de 23 a 40 pies (7 a 12 m) debajo de la superficie del suelo (Jacobs Environmental Management Team 1998a and 1998b). La Oficina del DOE de Manejo Ambiental cerró estos pozos en diciembre de 2004 (DOE 2002, 2003c, URS LTD informe pendiente).

2.10 Especies amenazadas o bajo peligro de extinción:

En la facilidad BONUS, el terreno que rodea la planta es ocupado por la planta diablito de tres cuernos (*Buxus vahlii*) ; la tortuga de carey (*Eretmochelys imbricata*); y el tinglar (*Dermochelys coriacea*), todos bajo peligro de extinción. Las playas adyacentes la facilidad tienen el potencial de ser hábitat para el anidamiento de dos especies de tortuga de mar. Hay una población de *Buxus vahlii* en esta propiedad (perteneciente a la AEE, adyacente a la planta BONUS). Se sabe que esta especie de planta existe sólo en Puerto Rico y St. Croix. La población que está junto a la planta BONUS es una de las cinco poblaciones que se sabe que existen en diferentes lugares de la isla de Puerto Rico, y es una de las más grandes.

3.0 Los requisitos del Acuerdo de Entendimiento

Bajo los términos del *Memorandum of Understanding between the U.S. Department of Energy Office of Legacy Management and the Puerto Rico Electric Power Authority for the Use, Maintenance, and Control of the Boiling Nuclear Superheater Reactor Facility in Rincón, Puerto Rico* (Appendix A) (Acuerdo de Entendimiento entre la Oficina de Manejo de Legados del Departamento de Energía de los E.E.U.U. y la Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico, para la Utilización, el Mantenimiento, y el Control de la Planta del Reactor Nuclear de Agua Hirviente y Sobrecalentador [Apéndice A]). Juntamente la AEE y el DOE aceptan responsabilidades y obligaciones específicas.

Las responsabilidades de la AEE incluyen:

- Otorgar al DOE el derecho de entrada a la propiedad de la AEE, incluyendo las mejoras hechas en la propiedad, para hacer inspecciones, monitorear, consultar, obtener acceso a los archivos, realizar investigaciones y actividades de remediación, y para realizar otros objetivos. Este derecho quedará en efecto mientras los materiales radioactivos de la planta BONUS excedan los límites legales de liberación sin restricciones, exposición sin límites, y reciclaje o disposición sin restricciones.
- Implementar y mantener un programa de protección contra radiación. La AEE dirigirá actividades de protección radiológica conforme al Plan RRP (DOE 1999a), el Manual de Control Radiológico de BONUS, el Plan de Muestreo y Análisis de BONUS (SAP) (DOE 1999b), y los Procedimientos Estandarizados de Operación de la AEE (AEE 1998).
- Cumplir con los requisitos de información estipulados para el programa de protección contra radiación de la planta BONUS, incluyendo los requisitos para entregar al DOE duplicados de los informes para que sean incorporados en los archivos relacionados a la facilidad.
- Proveer todo el equipo, aprovisionamiento, y la labor necesaria para realizar las obligaciones anuales de inspección y mantenimiento identificadas en este plan de LTS&M, y hacerse responsable – conforme al Manual de Control Radiológico del BONUS (DOE 1998) – del mantenimiento, calibración, y seguridad de uso de tal equipo.
- Avisar al DOE cuando las medidas radiológicas indiquen que las normas o límites identificados en el Plan RPP (incluyendo los límites ALARA) hayan sido excedidos, o si los resultados de inspecciones radiológicas indican un cambio significativo en las condiciones, control de la dispersión de materiales y acceso de y hacia exposición de las áreas afectadaa, y la exposición en áreas afectadas, hasta que el DOE haya respondido al aviso.
- Realizar inspecciones visuales trimestrales de la planta, y entregar informes trimestrales al Director de Proyecto del DOE.
- Custodiar los informes generados por el monitoreo; la vigilancia; las inspecciones rutinarias o anuales; los muestreos y el monitoreo no rutinarios de eventos; y custodiar los documentos históricos, incluyendo la documentación sobre la construcción, las operaciones y la clausura de la planta.

- Mantener control de toda la facilidad BONUS, proteger a los empleados y al público mediante restricciones apropiadas y controles para áreas con niveles de contaminación más elevados que los criterios aceptables, y controlar el acceso a áreas de peligros físicos.
- Mantener la facilidad en condiciones sanas y estructuralmente seguras para el acceso por parte de los trabajadores y el público. El mantenimiento incluye, pero no se limita a, asegurar la integridad de cualquier encapsulamiento de asbesto, y evitar la exposición a peligros eléctricos o cualquier otro peligro no radiológico.
- Asumir toda la responsabilidad asociada con el uso de la planta BONUS como museo abierto al público, incluyendo hacerse responsable de cualquier pérdida o destrucción de, daño a, o redistribución de, propiedad perteneciente al DOE, que haya sido causado por las actividades de la AEE

Las responsabilidades del DOE incluyen:

- Concordar (por escrito) con los planes y procedimientos, y con las revisiones de estos documentos, según que afecten el mantenimiento de la seguridad radiológica de los visitantes, trabajadores y el público en la planta BONUS.
- Auditar a la AEE en cuanto a su cumplimiento del Plan RPP (DOE 1999a) y otros reglamentos, políticas, leyes y guías aplicables.
- Realizar inspecciones periódicas de la planta BONUS conforme al Plan de la LTS&M, y presentar a la AEE informes escritos de los resultados de las inspecciones.
- Documentar las inspecciones y otras actividades relacionadas a la facilidad, y guardar los documentos en los archivos de la LTS&M del DOE. Mantener, acerca de la facilidad, una colección de archivos de la LTS&M del DOE que incluya lo siguiente: documentos históricos, informes anuales de las condiciones físicas y radiológicas, escapes de materiales radioactivos, y respuestas a emergencia.
- Aprobar todas las actividades que den acceso a material contaminado o controlado.
- Disponer, sin gasto de parte de la AEE, de todo deshecho radioactivo que resulte del mantenimiento o reparaciones estructurales que hayan sido aprobadas previamente por el DOE.

4.0 Programa de vigilancia y mantenimiento a largo plazo

4.1 Inspecciones radiológicas

La AEE hará inspecciones trimestrales y anuales para evaluar las condiciones radiológicas en todo el edificio de contención, conforme a los Procedimientos Estandarizados de Operación [SOP] (AEE 1998), los SOP del BONUS (DOE 1999b), y el anexo a los SOP (Webb 2001a). Se tomarán pruebas trimestrales y anuales de puntos identificados en los SOP modificados por el anexo. Se monitoreará el nivel de contaminación y la dosis de exposición a radiación gamma. Dentro de 60 días después de la última inspección del año, un informe anual de los resultados de la inspección será presentado por la AEE al Director de Proyecto del DOE, el cual examinará el informe y hará comentarios sobre él. El informe incluirá los resultados de las inspecciones radiológicas realizadas después del informe del año anterior. Los informes anuales estarán a la disposición del público y otras agencias.

A su discreción, el DOE, realizará independientemente inspecciones radiológicas de la planta, o acompañará al personal de la AEE durante una inspección programada.

El monitoreo de dosis de exposición de radiación gamma: Las mediciones de dosis de exposición a radiación gamma se harán para determinar el nivel total de radiación asociado con la estructura de la tumba y el sistema de tubería exterior. Además, cinco mediciones hechas al azar serán tomadas en áreas donde se permite entrada al público. Mediciones adicionales serán tomadas si se presenta cualquiera de las siguientes situaciones:

- Si el inspector observa deterioro excesivo de estructuras mientras está haciendo una inspección visual.
- Si cualquiera de las mediciones hechas en los lugares normales para recoger mediciones indican dosis de exposición a radiación gamma mayores de 0.4 miliroentgens por hora (400 μ R/h).
- Si el inspector observa condiciones que justifiquen mediciones adicionales.

Mediciones de dosis de exposición a radiación gamma serán tabuladas en hojas de datos que indiquen los sitios de prueba; la identificación del instrumento (p. ej. modelo, número de serie) fecha de calibración, hora de chequeo diario; fecha de la inspección; inspector. Si se toman mediciones adicionales de dosis de exposición a radiación gamma, será anotada información del siguiente tipo: (1) la razón por hacer mediciones adicionales, (2) el número y el lugar de las mediciones. (3) Serán anotadas observaciones y/o conclusiones relacionadas a las mediciones, como: las condiciones en que se toman las mediciones, o los métodos empleados.

Monitoreo del nivel de contaminación: Motas y mediciones directas de rayos beta y gamma serán tomadas en los mismos lugares de las mediciones de dosis de exposición a radiación gamma. La recopilación de estas mediciones es para determinar los niveles totales de contaminación asociados con la estructura de la tumba y el sistema externo de tubería. Además, pruebas hechas al azar, incluirán cinco maslms de áreas grandes en cinco lugares donde se

permite entrada al público. Motas adicionales de contaminación superficial serán tomadas si se presenta cualquiera de las siguientes situaciones:

- Si al hacer una inspección visual, el inspector observa deterioro excesivo en las estructuras.
- Si cualquiera de las mediciones hechas en los lugares normales para recoger datos indican que hay un nivel de contaminación removible que excede 1,000 dpm (beta/gamma)/100 cm², y/o contaminación superficial total de 5,000 dpm (beta/gamma)/100 cm².
- Si el inspector observa cualquier condición que justifique mediciones adicionales.

Los datos de contaminación obtenidos con motas serán tabulados en hojas de datos que identifiquen los lugares de las pruebas, las fechas de inspección, y el inspector. Si se toman pruebas adicionales directas o por motas, será anotada información del siguiente tipo: (1) la razón por hacer mediciones adicionales, (2) el lugar de la contaminación. (3) Serán anotadas observaciones y conclusiones como los siguientes sobre las mediciones: las condiciones en que se toman las mediciones, o los métodos empleados.

4.2 Inspección general de la planta, realizada por la AEE

La AEE realizará inspecciones visuales trimestrales de la planta, para evaluar la entereza estructural del edificio, la condición general de confinamiento de la tumba y de los sistemas exteriores, y la condición de las áreas abiertas al público. Los resultados de las inspecciones serán resumidas en una carta de memorandum dirigida dentro de treinta días después de las inspecciones al Director de Proyecto del DOE. La inspección constará de lo siguiente:

El exterior del monolito de concreto: La AEE realizará una inspección visual de las superficies exteriores de la estructura de la tumba. Los inspectores buscarán evidencia de rajaduras que podrían resultar en la pérdida de capacidad de confinamiento o de integridad estructural, o reducirían la efectividad protegedora del concreto. Si los inspectores de la AEE observan rajaduras, la AEE hará pruebas de dosis de exposición a radiación gamma. Si se registran niveles de radiación más elevados que los criterios aceptables, la AEE inmediatamente limitará el acceso e informará al Director de Proyecto del DOE de las condiciones. En seguida, el Director de Proyecto del DOE informará a la AEE sobre el plan de acción que deberá realizarse.

Penetraciones en el monolito de concreto: La AEE examinará visualmente las penetraciones de la tumba para ver si hay rajaduras en las juntas soldadas, o descascarillamiento de concreto. Si la AEE observa que los sistemas de sellar penetraciones están degradados, la AEE hará pruebas de dosis de exposición a radiación gamma. Si se registran niveles de radiación más elevados que los criterios aceptables, la AEE inmediatamente limitará el acceso e informará al Director de Proyecto del DOE de las condiciones. En seguida, el Director de Proyecto del DOE informará a la AEE sobre el plan de acción que deberá realizarse.

Sistema de tubería exterior: La AEE hará una inspección visual para ver si hay corrosión, posibles escapes de radiación, o estropeos. Si la AEE observa indicaciones de escapes u otra falla, la AEE hará pruebas de dosis de exposición a radiación gamma. Si se registran niveles de radiación más elevados que los criterios aceptables, la AEE inmediatamente limitará el acceso e informará al Director de Proyecto del DOE de las condiciones. En seguida, el Director de Proyecto del DOE informará a la AEE sobre el plan de acción que deberá realizarse.

Sótano: La AEE examinará el sótano para ver si acumula el agua en. Si hay agua, la AEE informará inmediatamente al Director de Proyecto del DOE. La AEE y el Director de Proyecto del DOE acordarán sobre la acción apropiada, la cual será conforme al RPP.

Piso principal: La AEE examinará el piso principal para verificar la condición y la colocación correcta de barreras para controlar el acceso, losas de cerámica, y bloques de plomo.

Mezanine: La AEE examinará la condición y colocación correcta de las barreras para controlar el acceso al nivel del mezanine.

Condiciones generales exteriores: Los inspectores deberán anotar cambios que ocurran dentro de los 2 hectáreas (5 acres) de la planta BONUS. Cambios que podrían ser significativos incluirían desarrollos nuevos, cambios en el uso del suelo y la estabilidad de las pendientes de las lomas alrededor de la planta. Cambios en las condiciones y el uso del suelo afuera de los 2 hectáreas (5 acres) deberán notarse también.

Se harán inspecciones especiales inmediatamente después de cualquier evento extraordinario o potencialmente destructivo tal como un evento meteorológico extremo, un temblor, o un tsunami.

Los inspectores deberán usar fotografías, como sea necesario, para apoyar o complementar observaciones escritas. La documentación fotográfica deberá anotar el local de la fotografía en el mapa, y deberá anotar el acimut de la fotografía. Las fotografías podrán ser ficheros electrónicos, o fotografías tradicionales con negativas.

4.3 Inspección general de la planta, realizada por el DOE

A su discreción, el DOE realizará inspecciones independientes en la planta, o acompañará al personal de la AEE en una inspección de las regularmente programadas. El DOE se comunicará con la AEE y el alcalde de Rincón (por razones de participación pública) para informarlos de las visitas inminentes.

4.3.1 Lista de verificación de la inspección

Si el DOE hace una inspección, los administradores de la facilidad BONUS darán anticipadamente a los inspectores un informe breve sobre la facilidad, y la lista de verificación será examinada. Un ejemplo de lista de verificación aparece en el Apéndice B. La lista incluye:

- Los detalles específicos que están bajo vigilancia y que han de ser examinados
- Las observaciones de rutina que se han de hacer
- Asuntos o problemas especiales que han de ser evaluados

La lista de verificación será examinada antes y después de la inspección, y, de ser necesario, será revisada para reflejar cambios o nuevas condiciones en la facilidad. La lista de verificación estará acompañada de una copia de *Office of Land and Site Management Project Safety Plan* (DOE 2004). (Plan de Seguridad de Proyectos de la Oficina de Manejo del Terreno y Facilidades

[DOE 2004]). Este plan incluye requisitos sobre la seguridad y salud durante las inspecciones, incluyendo una lista de servicios médicos y de emergencia locales.

4.3.2 Personal

Típicamente, en una inspección hecha por el DOE, un equipo de dos o más inspectores es asignado para llevar a cabo la inspección. Los inspectores serán científicos entrenados y experimentados, ingenieros, y/o técnicos en control de radiología. El equipo de inspección será escogido a base de habilidades y experiencia apta para los asuntos o inquietudes relacionados con la facilidad. Es necesario que un técnico de control radiológico realice las inspecciones radiológicas. Si surgen condiciones serias o extraordinarias en la facilidad, inspectores adicionales, especializados en campos particulares, podrían ser asignados al equipo inspector.

4.3.3 Informes

Los informes que resulten de las inspecciones serán entregados por los inspectores al personal clave del DOE y de la AEE.

Para el DOE: Project Manager
U.S. Department of Energy
Office of Legacy Management,
Office of Land and Site Management
(304) 285-4991
Attention: Ron Staubly (or successor)

Para la AEE: Gerente
Departamento de Calidad de Aire y Estudios Ambientales
Autoridad de Energía Eléctrica
7mo Piso Edificio NEOS
1110 Ave Ponce de León
PO Box 364237
San Juan, Puerto Rico 00936-4237
(787) 289-4989, -4988
Attention: Arsenio Reyes (or successor)

Las personas arriba mencionadas o sus sucesores y personal serán designados colectivamente el Equipo Conjunto de Manejo de la Planta BONUS (“Equipo Conjunto de Manejo”).

4.4 Inspecciones de seguimiento

Las inspecciones de seguimiento pueden realizarse en respuesta a cambios en las condiciones o significativamente novedosos en la facilidad. El DOE y/o la AEE realizarán una inspección de seguimiento cuando:

- Se identifique una condición durante la inspección trimestral o anual (u otra visita a la facilidad) que requiere personal, posiblemente con capacidad especial, para regresar a la facilidad y evaluar la condición.

- Algún ciudadano fuera de la agencia indique que condiciones en el la facilidad han cambiado considerablemente.

Antes de hacer la inspección de seguimiento, el DOE o la AEE pueden solicitar la asistencia de agencias locales para confirmar lo serio de la condición. Los resultados de las inspecciones de seguimiento serán descritos en un informe separado que se entregará al Director de Proyecto del DOE y el supervisor de la AEE dentro de 30 días después de la inspección.

4.5 Mantenimiento de la planta

La AEE, como dueña de la facilidad BONUS y de sus contenidos (con excepción del material radioactivo), tiene la responsabilidad de mantener la facilidad en una condición sana y estructuralmente segura para el acceso de trabajadores y el público, y de mantener la integridad del monolito de concreto.

4.6 Respuesta de emergencia

Una respuesta coordinada de emergencia por el Equipo Conjunto de Manejo podría ser necesaria si alguna perturbación o daño extraordinario ocurriera que pudiera debilitar la seguridad e integridad de la facilidad. La información en la Tabla 4–1 es una guía para las acciones que el DOE y/o la AEE podrían tomar en respuesta a varios problemas posibles.

Tabla 4–1. Criterios para respuestas de emergencia

Prioridad	Evento	Ejemplo	Respuesta
1 ^a (Urgente)	Daño extenso en el emplazamiento	Tembor o Tsunami daña el edificio de contención y hay inundación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Avisar al Equipo Conjunto de Manejo. 2. Inmediatamente, el equipo de emergencia de DOE/AEE realiza una inspección de seguimiento. 3. Determinar el nivel de radioactividad que podría estar escapándose. 4. Determinar un plan de acción para reparar la planta.
2	Violación de seguridad de la facilidad, sin, o con la removida de materiales radioactivos	Intrusión intencional humana; vandalismo significativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Avisar al Equipo Conjunto de Manejo. 2. Evaluar el daño. Evaluar el riesgo, si las condiciones lo merecen. 3. Reparar el daño. 4. Evaluar el estado actual de seguridad. 5. Fortalecer la seguridad como sea necesario.
3	Erosión o inestabilidad del terreno que rodea el emplazamiento	Erosión o deposición de sedimentos que afecten el emplazamiento, posiblemente después de un huracán o tormenta severa.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar el daño. Evaluar el riesgo, si las condiciones lo merecen. 2. Si es necesario, reparar el daño. 3. Si es necesario, estabilizar el área erosionada.

^aPrioridad muy dependiente de la escala y de la evaluación hecha en el sitio mismo.

La tabla muestra que la diferencia entre varias respuestas de emergencia es principalmente una de riesgo o urgencia. En el caso de un evento de prioridad 1 o 2, un equipo de respuesta de emergencia evaluará el daño y decidirá si se requiere una evaluación del problema o si es necesaria una intervención inmediata (medida correctiva). Se basará esta decisión en si la evaluación del Equipo Conjunto de Manejo muestra que el objeto dañado pueda ejercer su función adecuadamente. Para llegar a esta decisión el Equipo Conjunto de Manejo evaluará lo siguiente. La evaluación podría incluir un análisis de riesgo.

- Lo adecuado de las especificaciones del diseño para que el objeto dañado pueda controlar o acomodar los problemas observados.
- La extensión del daño, la degradación, o el cambio en diseño, (o condición original) sufrido por el objeto dañado.
- Capacidad del objeto en su condición dañada para soportar un evento que fue tomado en cuenta en el diseño

En el *Environmental Assessment for Authorizing the Puerto Rico Electric Power Authority (PREPA) to Allow Public Access to the Boiling Nuclear Superheat (BONUS) Reactor Building, Rincón, Puerto Rico* (DOE 2003), (Evaluación Ambiental de la Planta BONUS con la Intención de Permitir a la Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico el Acceso al Público al Edificio de Contención de la Instalación, Rincón, Puerto Rico [DOE 2003]) se realizó un análisis de accidentes para el edificio de contención. Los resultados del análisis indicaron que los materiales radioactivos o peligrosos de la planta no escaparían bajo escenarios creíbles de accidentes.

En 1969 un análisis de accidentes basado en diseño fue generado por la PRWRA y dado validez por la antigua AEC Division of Reactor Licensing (División de la AEC para Licenciar Reactores) para un escenario de terremoto severo y tsunami severo (DOE 2002). Se asumió que el terremoto rajaría el edificio de contención, el revestimiento de acero de la tumba, la pared de concreto que rodea la vasija de presión, el tanque de blindaje antirradiación, la argamasa entre el tanque de blindaje antirradiación y la vasija de presión y, finalmente, el fondo de la vasija de presión. Se asumió que los cimientos del edificio de contención quedarían impermeables y que serían inundados hasta el nivel más elevado del terreno adyacente (aproximadamente 0.6 m [2 pies] arriba del fondo de la vasija de presión). Se asumió también que los componentes interiores de la vasija de presión habrían estado corroyéndose a un paso bastante veloz, y que los productos de la corrosión entrarían instantáneamente a las aguas de la inundación cuando se inundara el edificio. Los cálculos de las dosis de contacto e ingestión indicaron que las concentraciones de níquel-63 no excederían la carga corporal máxima permisible por ingestión de 200 μCi . A base de esta información, las especificaciones para la construcción del sistema de sepultura, y la más reciente inspección hecha por el DOE; la tumba que hoy existe es capaz de soportar los accidentes anticipados.

Una inundación que afectara el área del sótano podría ocurrir durante un huracán de gran potencia. La evidencia histórica indica que la inundación del sótano durante el huracán Georges en 1998 fue causada por desagües de escorrentías tapados, sellos de puerta defectuosos, y afluencia excesiva de aguas superficiales. Se dejó que el agua de la inundación se evaporara en el área, y se hicieron reparaciones para evitar otra ocurrencia.

En el caso de que una persona tal como un visitante descarriado fuera a lograr acceso al sótano, la dosis de exposición-suponiendo una estadía de 8 horas-sería mucho menos que la dosis típica de 54 milirem por año (mrem/año) de un trabajador. Además, esta dosis sería mucho menor que el límite de la dosis primaria de 100 mrem/año especificado por el DOE Order 5400.5 para miembros del público.

4.7 Archivos

La Oficina de Manejo de Legados del DOE mantiene archivos activos de la planta BONUS en su oficina en Grand Junction, Colorado. Los archivos inactivos serán guardados en el centro de archivos federales. Los documentos archivados, de acuerdo con las leyes y reglamentos pertinentes, contienen información esencial para el cuidado y la custodia a largo plazo de la facilidad. Los documentos incluyen el plan de clausura de la planta BONUS, informes de las inspecciones radiológicas, evaluaciones ambientales, Hallazgo de Impacto No-Significativo (DOE 2003b) informes de las inspecciones anuales de la facilidad, y otros documentos particulares a la facilidad. Los documentos que están en los archivos del DOE que se refieren al diseño, construcción, operación y clausura de la planta BONUS son duplicados de los documentos que están bajo la custodia de la AEE.

Estos documentos pueden ser examinados por agencias y el público. Documentos seleccionados están disponibles en el Internet en <http://www.gjo.doe.gov/programs/LTSM>.

Se mantienen los archivos de la planta BONUS en cumplimiento de los siguientes requisitos del DOE:

- DOE Order 200.1, *Information Management Program*.
- 36 CFR Parts 1220–1236, “National Archives and Records Administration.”

4.8 Participación del público

El DOE procura animar al público a que participe en el proceso de vigilancia y mantenimiento de la facilidad de la planta BONUS. El DOE realizará esto de la siguiente manera:

- Diseminar información como la que está representada en el plan LTS&M y los resultados de inspecciones, y que aparece en el sitio del web: <http://www.gjo.doe.gov/programs/LTSM>.
- Informar al alcalde de Rincón antes de visitar la facilidad.
- Responder a las peticiones del público.

Por medio de estas actividades, el DOE espera asegurar que el público y los líderes claves de la comunidad se mantengan informados de las actividades y los cambios de estado en la facilidad.

4.9 Aseguramiento de calidad

El cuidado a largo plazo de la planta BONUS, y las actividades asociadas con las inspecciones anuales, el monitoreo, y el mantenimiento de la facilidad cumplirán con las siguientes guías:

- La orden 414.1a del DOE, *Quality Assurance* (Aseguramiento de Calidad)
- ANSI/ASQC E4-1994, *Specifications and Guidelines for Quality Systems for Environmental Data Collection and Environmental Technology Programs* (American Society for Quality Control 1994) (Especificaciones y Guías para Sistemas de Calidad para la Colección de Datos Sobre el Ambiente, y para Programas de Tecnología Ambiental [Sociedad Americana para Control de Calidad 1994])

En casos apropiados, los requisitos de confiabilidad de calidad son transmitidos a los subcontratistas por medio de la adquisición de documentos.

4.10 Salud y seguridad

Las actividades de LTS&M se realizan de acuerdo con los procedimientos establecidos para el programa LM-50 con referencia a asuntos de seguridad y salud. Estos procedimientos concuerdan con los reglamentos, ordenes, códigos, y normas del DOE.

Asuntos de salud y seguridad particulares al trabajo en la planta BONUS están expuestos en el *Office of Land and Site Management Project Safety Plan* (DOE 2004) (Plan de Seguridad de Proyecto de la Oficina de Manejo del Terreno y Facilidades [DOE 2004]). Este plan contiene una lista de direcciones y números de teléfonos de emergencia para bomberos, hospital, ambulancia, y policía o alguacil. También contiene un mapa de dirección al centro de emergencia médica más cercano. Antes de una inspección, en una reunión preparatoria, se instruye al personal acerca de los requisitos de salud y seguridad. Los inspectores del DOE llevarán consigo una copia de este plan, y, antes de hacer la inspección, darán instrucciones sobre la seguridad en la facilidad, y documentarán las instrucciones.

Los subcontratistas de mantenimiento del DOE son orientados sobre los requisitos de salud y seguridad, por medio de la adquisición de los documentos apropiados. Se requiere que los subcontratistas tengan un programa de salud y seguridad que cumpla con las normas de la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional. El trabajo se llevará a cabo bajo los requisitos del *Office of Land and Site Management Project Safety Plan* (Plan de Seguridad de Proyecto de la Oficina de Manejo del Terreno y Facilidades). El contratista y subcontratista realizarán un análisis de seguridad en el trabajo que se dirija a asuntos de peligros y mitigación.

5.0 Referencias

10 CFR 835. U.S. Department of Energy, “Occupational Radiation Protection,” *Code of Federal Regulations*.

36 CFR 1220–1236. U.S. Department of Energy, “National Archives and Records Administration,” *Code of Federal Regulations*.

DOE Order 200.1. *Information Management Program*.

DOE Order 414.1A, *Quality Assurance*.

DOE Order 5400.5, *Radiation Protection of the Public and the Environment*.

American Society for Quality Control, 1994. *Specifications and Guidelines for Quality Systems for Environmental Data Collection and Environmental Technology Programs*, ANSI/ASQC E4-1994.

Auxier and Associates, Inc., 1997. *Boiling Superheat Power Station Decommissioning Final Report (PRWRA 1970-WRA-B-70 500), Phase II Radiological Survey of Materials in the BONUS Reactor*, Knoxville, Tennessee.

Irizarry, Nimia E., 1991. *BONUS Plant Post-Decommissioning Radiation Surveillance Report*, University of Puerto Rico, Health, Safety and Environmental Quality, September.

Jacobs Environmental Management Team, 1998a. *Summary Report for the Radiological Survey of the Boiling Nuclear Superheat (BONUS) Research Reactor, Rincón, Puerto Rico*, prepared for the U.S. Department of Energy Office of Environmental Management, Oak Ridge, Tennessee, May.

———, 1998b. *White Paper for As Low As Reasonably Achievable Analysis of the Boiling Nuclear Superheat Reactor Facility, Rincón, Puerto Rico*, prepared for the U.S. Department of Energy Office of Environmental Management, Oak Ridge, Tennessee, May.

MACTEC-ERS, 2002. Internal memorandum from M. Madril and M. Reed to C. Jacobson, dated July 11. Subject: *BONUS Site Visit—Summary/Recommendations*, MACTEC–ERS, Grand Junction, Colorado.

Puerto Rico Seismic Network, 2001. <http://rmsismo.upr.clu.edu/ingles/index/html>.

Puerto Rico Electrical Power Authority (AEE), 1998. *Standard Operating Procedures Under Revision for the BONUS Reactor Facility*, Rincón, Puerto Rico, February.

Puerto Rico Water Resources Authority (PRWRA), 1965. *BONUS Nuclear Electric Generating Station in Puerto Rico*, Commonwealth of Puerto Rico.

Puerto Rico Water Resources Authority (PRWRA), 1970. *Boiling Nuclear Superheating Power Station Decommissioning Final Report*, prepared in conjunction with United Nuclear Corporation, San Juan, Puerto Rico, September 1.

Shonka Research Associates, Inc., 1997. *Radiological Survey of the BONUS Reactor Site at Rincón, Puerto Rico, Conducted in July of 1997*, Marietta, Georgia, prepared for Jacobs Engineering Group, Inc., August.

ULS, Inc., pending. Cleanup report documenting work done in summer 2004 to remove or fix surface contamination in the BONUS facility basement.

U.S. Atomic Energy Commission (AEC), 1971. Contract AT-(40-1)-4186 between the U.S. Atomic Energy Commission and the Puerto Rico Water Resources Authority, September 1.

U.S. Census Bureau Website, www.census.gov/prod/99pubs/99statab/sec29.pdf; Table 1345.

U.S. Department of Energy (DOE), 1998. *Puerto Rico Electric Power Authority Radiological Control Manual for the BONUS Reactor Facility, Rincón, Puerto Rico*, Revision 0, prepared by Jacobs Environmental Management Team for the U.S. Department of Energy Office of Environmental Management, Oak Ridge, Tennessee, February.

———, 1999a. *Puerto Rico Electric Power Authority Radiation Protection Program Plan for the Boiling Nuclear Superheating Reactor Facility, Rincón, Puerto Rico*, Office of Environmental Management, Washington, D.C., September.

———, 1999b. *Sampling and Analysis Plan for the Boiling Nuclear Superheat (BONUS) Reactor Located in Rincón, Puerto Rico*, Document II/EM-02, prepared by Informatica International, Inc., Oak Ridge, Tennessee, for Office of Environmental Management, Environmental Restoration Program, Oak Ridge, Tennessee, April.

———, 2002. *Boiling Nuclear Superheat (BONUS) Reactor Building, Rincón, Puerto Rico Transition Document*, DOE/ORO 2146, prepared for U.S. Department of Energy Oak Ridge Operations Office, Oak Ridge, Tennessee, December.

———, 2003a. *Environmental Assessment for Authorizing the Puerto Rico Electric Power Authority (PREPA) to Allow Public Access to the Boiling Nuclear Superheat (BONUS) Reactor Building, Rincón, Puerto Rico*, DOE/EA-1394, Oak Ridge Operations Office, Oak Ridge, Tennessee, January.

———, 2003b. *Finding of No Significant Impact for Authorizing the Puerto Rico Electric Power Authority (PREPA) to Allow Public Access to the Boiling Nuclear Superheat (BONUS) Reactor Building, Rincón, Puerto Rico*, FONSI DOE/EA-1394, Oak Ridge Operations Office, Oak Ridge, Tennessee, January.

———, 2003c. *Memorandum of Agreement for the Transition of the Boiling Nuclear Superheat Reactor Project and the Long-Term Stewardship from the Department of Energy-Oak Ridge Operations Office to Department of Energy-Grand Junction Office*, Grand Junction, Colorado, March.

U.S. Department of Energy (DOE), 2003d. *Quality Assurance Program Plan for the Long-Term Surveillance and Maintenance Program*, U.S. Department of Energy Office of Land Management, Grand Junction, Colorado, May.

———, 2004. *Office of Land and Site Management Project Safety Plan*, DOE–LM/GJ636–2004, U.S. Department of Energy Office of Legacy Management, Grand Junction, Colorado, June.

U.S. Department of Energy and PREPA, pending. *Memorandum of Understanding between the U.S. Department of Energy Office of Legacy Management and the Puerto Rico Electric Power Authority for the Use, Maintenance, and Control of the Boiling Nuclear Superheater Reactor Facility in Rincón, Puerto Rico*, DE-GM13-03GJ78901.

Webb, C., 2001a. Memorandum: *Addendum to the Sampling and Analysis Plan for the BONUS Reactor*, to José Alvarado, BONUS Facility Manager, from Chad Webb, BONUS RADCON Manager, January 16.

———, 2001b. Memorandum: *Sampling and Inspection Report for the BONUS Reactor—2001 Annual Survey*, to José Alvarado, BONUS Facility Manager, from Chad Webb, BONUS RADCON Manager, March 19.

———, 2002. Memorandum: *Sampling and Inspection Report for the BONUS Reactor—2002 Annual Survey*, to José Alvarado, BONUS Facility Manager, from Chad Webb, BONUS RADCON Manager, July 8.

West, J.M., and J.H. Fragoso, 1966. *BONUS Operating Experience*, presented at “American Power Conference,” April 26–28, 1966, Chicago.

Fin del texto actual

Apéndice A

Acuerdo de Entendimiento

**Entre la Oficina de Manejo de Legados del Departamento de Energía
de los E. E. U. U. y la Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico**

El Acuerdo de Entendimiento será añadido cuando se haya completado

Apéndice B

Lista de verificación para inspecciones

**Lista de verificación para inspecciones
Planta clausurada con Reactor Fuera de Servicio BONUS, Rincón, Puerto Rico**

Fecha de esta revisión: _____

Última inspección: _____

Inspectores: _____ y _____

La próxima inspección (planeada): _____

No.	Item	Problema	Acción
1	Detalles de vigilancia particulares a la facilidad	Vea la tabla adjunta	Examinar
2	El edificio de contención– –monolito de la tumba de concreto y las penetraciones en el monolito	La degradación o defectos estructurales pueden permitir el escape de materiales radioactivos.	Examinar si hay indicaciones de que podría haber problemas estructurales, p. ej: rajaduras, manchas, y descascarillamiento.
3	El edificio de contención– –sistemas externos de tubería	Los sistemas fueron lavados durante la clausura. Todavía hay contaminación incidental la cual podría escaparse si se corroen los sistemas o hay otro desperfecto.	Examinar si hay indicaciones de que podría haber problemas de deterioro, p. ej: pintura descascarillada y ampollada, o manchas.
4	El edificio de contención– –sótano	Algunas áreas tienen contaminación radiológica en exceso de de las normas del DOE; no se permite que el público en general tenga acceso a áreas contaminadas.	Notar la condición de las barreras de control de acceso.
5	El edificio de contención– –inundación del sótano	La acumulación de agua en el sótano podría esparcir la contaminación superficial.	Examinar los empaques y los desagües de tormenta.
6	El edificio de contención– –piso principal	Algunas áreas tienen contaminación radiológica en exceso de de las normas del DOE; no se permite que el público en general tenga acceso a áreas contaminadas.	Notar la condición de las barreras de control de acceso, lozas de cerámica, bloques de plomo; notar el cuidado y limpieza general
7	El edificio de contención– –mezanine	Algunas áreas tienen contaminación radiológica en exceso de las normas del DOE; no se permite que el público en general tenga acceso a áreas contaminadas.	Notar la condición del control de acceso al mezanine; notar el cuidado y limpieza general
8	El edificio de contención– –exterior	Se debe notar que el edificio está bien mantenido	Hacer un examen visual
9	Terreno circundante	Detalles o actividades adyacentes nuevas o cambiadas podrían afectar la seguridad de la facilidad.	Notar cambios dentro de 400 m (0.25 de milla) de la facilidad
10	Mantenimiento general de la facilidad	El edificio debe aparecer bien mantenido.	Observar y evaluar cambios en la condición de la facilidad
11	Seguridad de la facilidad	Debe haber un guardia de seguridad a toda hora en el emplazamiento.	Asegurar que el guardia está presente
12	Erosión	Asegurar que la playa y las pendientes adyacentes a la facilidad no se estén erosionando de manera que podrían mal afectar el emplazamiento	Evaluar los detalles de erosión en la playa y las pendientes adyacentes

**Lista de verificación de inspecciones de detalles particulares a la facilidad de la
Planta clausurada del reactor BONUS, Rincón, Puerto Rico**

Detalle	Comentario
Camino de acceso y área de estacionamiento	Asfalto
Portón de entrada	Operación motorizada
Acceso por el portón de entrada	Notar la seguridad de la facilidad; se requiere firmar el registro de entrada
Cerco de seguridad	Cerco de malla, extendido por arriba con tres hileras de alambre de púas
El edificio de contención—las placas del monolito	Examinar visualmente